COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES
DE
L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

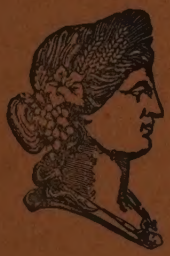
PRÉSENTÉS

PAR LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL

TOME QUARANT-SEPTIÈME

ANNÉE 1961

N° 4. — Séances des 15 et 22 Février 1961



PARIS
ACADEMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE
18, RUE DE BELLECHASSE, 18
(7e Arrt) — Invalides : 10-37

La Bibliothèque de l'Académie d'Agriculture est ouverte tous les jours, de 14 heures à 17 heures, sauf le samedi. Le Bibliothécaire se tient à la disposition des lecteurs et chercheurs autorisés qui devront se présenter à lui pour y avoir accès

L'Académie d'Agriculture de France

Son rôle, ses travaux

L'Académie d'Agriculture de France, instituée sous Louis XV, a été reconnue comme établissement d'utilité publique par décret du 23 août 1878 de M. le Président de la République Française.

Elle s'honore d'avoir, dans le passé, compté dans son sein à côté des praticiens les plus éminents de l'agriculture française, de grands savants comme Pasteur, Boussingault, Dumas, Chevreul, Deherain, Schlœsing, de Vilmorin, Dechambre, de Candolle, Mathieu de Dombasle, Hickel, Bouvier et tant d'autres aujourd'hui disparus.

Elle a pour mission d'étudier les questions se rattachant à la production agricole ainsi qu'à l'économie rurale et d'éclairer le Gouvernement sur tout ce qui intéresse le progrès et le développement de l'agriculture.

Il n'est pas de problèmes concernant l'agriculture qu'elle n'ait, à l'heure actuelle, abordés; même aux heures les plus sombres de notre histoire son activité ne s'est jamais ralentie.

***

Les questions de technique agricole (agriculture, art vétérinaire, zootechnie, sylviculture, génie rural, chimie, histoire naturelle, entomologie, etc.), ainsi que les problèmes de politique générale agricole et d'économie rurale sont, au cours de séances hebdomadaires publiques, exposés par ses membres les plus qualifiés.

L'Académie ne se borne pas à des études théoriques. Elle a, dans le domaine forestier d'Harcourt (Eure) qui lui a été légué par un de ses membres, poursuivi depuis un siècle l'acclimatation ainsi que l'étude de nombreuses essences forestières métropolitaines, européennes ou exotiques.

Par l'abondance et la variété des sujets traités, par l'objectivité et le sens des réalités qui président aux discussions, les travaux de l'Académie constituent une documentation unique en matière agricole et une mise au point permanente de toutes les questions intéressant l'économie rurale.

(*Suite page III*)

SÉANCE DU 15 FÉVRIER 1961

Présidence de M. de VILMORIN

Aspects et Étapes de la Recherche agronomique en France (suite)

XXI. L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (1946-1961)

M. Bustarret. — H. Geslin a retracé l'évolution et l'activité du Centre national de Recherches agronomiques de Versailles, pendant la période d'entre les deux guerres mondiales. Ce Centre constituait la pièce maîtresse d'un réseau de Centres, Stations et Laboratoires, rassemblés jusqu'en 1934 au sein du premier Institut des Recherches agronomiques, puis rattachés à la Direction de l'Agriculture.

Les recherches poursuivies dans ce réseau d'Établissements étaient orientées dans les directions définies par H. Geslin, mais concernaient aussi d'autres domaines, en particulier ceux de la laiterie, de l'œnologie et de la cidrerie. Cet ensemble de travaux se trouvait orienté presque exclusivement vers l'amélioration des productions végétales et de leurs dérivés. Seuls quelques Laboratoires de chaires des Établissements d'enseignement supérieur agricole ou vétérinaire se consacraient, avec des moyens dérisoires, à des études intéressant les productions animales.

Pendant la seconde guerre mondiale, de nombreux chercheurs furent mobilisés, beaucoup passèrent de longs mois en captivité. Cependant, la nécessité d'assurer tant bien que mal le ravitaillement du pays posait aux agriculteurs de très nombreux problèmes, appelant souvent des solutions immédiates. Les quelques chercheurs restants furent obligés de répondre à des appels souvent pressants et leur activité fut accaparée par des travaux à court terme.

En toute justice, il faut toutefois reconnaître que cette situation n'a pas comporté, pour la Recherche agronomique, qu'un lourd passif. Pour ne prendre que deux exemples : la nécessité de développer une production de plants sains de pommes de terre a amené à développer les recherches sur les virus des végétaux; la pénurie de cuivre et de soufre a conduit à mettre au point des méthodes sûres d'avertissements contre les maladies cryptogamiques et par conséquent à développer les études biologiques et écologiques. Sur un plan plus général, le bénéfice que l'agriculture peut retirer des résultats de la recherche a été mis en évidence d'une façon éclatante et des contacts très étroits se sont établis entre les chercheurs et les agriculteurs ou leurs groupements.

Aussi le développement de la Recherche agronomique, sous toutes ses formes et dans tous les domaines, fut-il, après la Libération, l'une des idées maîtresses du 1er Plan de modernisation et d'équipement.

***

Le développement de la Recherche agronomique, dont la nécessité était ainsi reconnue, exigeait *une organisation et des moyens au service d'une doctrine.*

Une première tentative d'organisation avait été faite, à l'initiative de Ch. Crépin, par la création, en 1943, au Ministère de l'Agriculture,

d'un « Service de la Recherche et de l'Expérimentation », qui regroupait la plupart des Centres, Stations et Laboratoires existants. Mais cette création ne pouvait constituer qu'une étape, préparant une organisation plus complète et plus rationnelle.

Aussitôt après la Libération, J. Lefèvre, alors secrétaire général du Ministère de l'Agriculture, fit appel à un certain nombre de personnalités, appartenant ou non à l'Enseignement ou à la Recherche agronomiques, pour étudier selon quels principes d'organisation et selon quelles orientations pouvait être conçu le développement des Recherches agronomiques. De ces confrontations de points de vue sont nés l'actuel *Institut national de la Recherche agronomique* (I.N.R.A.) et sa doctrine.

Celle-ci peut être résumée en quelques propositions très simples :

1° La Recherche agronomique doit être une Recherche *scientifique*. Pour atteindre son objectif final, qui est le service à l'Agriculture, elle ne doit pas sacrifier les recherches de base aux travaux à court terme. Agir autrement serait annihiler son efficacité à long terme et stériliser ses chercheurs. Elle ne doit pas, *a contrario*, négliger l'étude des solutions pouvant être apportées à des problèmes concrets, au seul profit des recherches purement théoriques.

2° La *qualité des chercheurs* est le plus sûr garant de l'efficacité des recherches. Leur recrutement doit faire appel, sans aucune exclusive, aux meilleurs éléments issus des enseignements supérieurs de tous ordres. Leur orientation doit tenir compte à la fois des besoins des diverses branches de la recherche et de leurs aptitudes et de leurs goûts individuels. Leur formation et leur spécialisation doivent être conduites en faisant appel aux concours les plus qualifiés, et sans hâte excessive, même s'il doit en résulter une gêne temporaire pour les Laboratoires auxquels ils sont destinés.

3° Comme dans beaucoup d'autres branches de la recherche, mais d'une façon plus impérieuse peut-être, il est indispensable de faire collaborer des chercheurs de disciplines différentes. La structure et la direction des recherches doivent permettre et promouvoir le *travail en équipe*.

4° Les deux sources d'un programme de recherches agronomiques sont, d'une part, les problèmes que pose l'évolution technique et économique de l'agriculture et, d'autre part, les possibilités d'application à l'agriculture des progrès des sciences biologiques, physiques, chimiques ou humaines. Pour être efficace, la Recherche agronomique doit même prévoir ce que sera la politique agricole dans plusieurs années, si elle veut avoir des chances de faire face aux problèmes qui lui seront alors posés.

5° Si la nécessité d'un programme, pour une recherche orientée, est évidente, le maintien de l'esprit de recherches exige que, dans le cadre de ce programme, une grande *liberté* soit laissée à chaque chercheur. On doit aussi préserver la possibilité de recherches plus libres dans leur objet, hors programme.

6° La Recherche ne peut se désintéresser de la diffusion ni des répercussions des résultats qu'elle obtient. En ce sens, elle est *engagée* et ne doit pas craindre de prendre ses responsabilités.

Ce sont ces quelques principes qui, depuis quinze ans, ont été à la base de l'action de la Direction de l'I.N.R.A., du Comité scientifique permanent qui l'assiste et que préside, depuis le début, M. Lemoigne, et de tous les scientifiques assumant des responsabilités au sein de l'I.N.R.A.

***

Les recherches poursuivies par l'I.N.R.A. doivent conduire à l'établissement de règles aussi générales que possible, mais il lui incombe aussi d'en vérifier et d'en mettre au point l'application pratique, en tenant compte de la diversité des conditions régionales et des particularités propres à chaque catégorie de productions.

La nature même des recherches, d'autre part, oblige l'I.N.R.A. à disposer, non seulement de laboratoires et d'équipements scientifiques, mais aussi d'installations expérimentales inspirées des conditions normales de l'exploitation agricole ou industrielle.

L'organisation administrative prévue par la loi du 18 mai 1946, qui a créé l'I.N.R.A. a tenu compte de ces considérations, comme de la doctrine exposée ci-dessus. Sa forme d'*établissement public* doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière lui donne la souplesse indispensable à la bonne administration de ses stations, laboratoires, domaines, et à la gestion de son budget, alimenté par des crédits budgétaires, mais aussi, dans une proportion importante, par des ressources propres (fonds de concours, récoltes, analyses payantes, etc.).

Le personnel et les moyens matériels de l'I.N.R.A. sont répartis entre des établissements de nature et d'importance fort diverses :

— Deux Centres nationaux, l'un pour les recherches intéressant les productions végétales, l'autre pour celles intéressant les productions animales, dans lesquels est réalisée une forte concentration de moyens intellectuels et d'équipements de toutes sortes. Ils assurent, pour une large part, la formation des jeunes chercheurs, l'étude des problèmes généraux, la mise au point des méthodes, la documentation. Les chefs des « Stations centrales » sont en même temps chefs de discipline et chargés d'assurer la coordination des travaux scientifiques.

— Des Centres régionaux, groupant des Stations et Laboratoires de disciplines différentes, où est poursuivie, en même temps que certaines recherches de base, l'étude des problèmes intéressant plus spécialement chacune des régions.

— Des Centres et des Stations spécialisés, dont l'activité est orientée soit sur un groupe déterminé de productions (p. ex. arboriculture fruitière, vigne, pommes de terre, maïs, aviculture, technologie des céréales, etc.), soit sur des problèmes particuliers intéressant une petite région (p. ex., stations agronomiques ou œnologiques).

Il faut noter que l'I.N.R.A. assure le fonctionnement des laboratoires de recherches des chaires de l'Enseignement supérieur agricole, lorsque leur activité touche, directement ou indirectement, à l'Agronomie. Deux centres régionaux de recherches (Montpellier et Rennes) sont installés dans des Écoles nationales d'Agriculture.

Les Établissements existant en 1946 et transférés à l'I.N.R.A. lors de sa création comprenaient : le Centre national de Versailles, 4 Centres de recherches régionaux ou spécialisés, 37 Stations ou Laboratoires isolés, dont 10 fonctionnant auprès des chaires de l'Enseignement supérieur agricole ou vétérinaire.

De l'I.N.R.A. dépendent en 1961 : les 2 Centres nationaux de Versailles et de Jouy-en-Josas, comprenant 21 Stations et Laboratoires; 1 Station centrale à Narbonne (technologie des produits végétaux); 9 Centres régionaux (Dijon, Colmar, Clermont-Ferrand, Avignon, Antibes, Montpellier, Bordeaux, Rennes, Guadeloupe), groupant 44 Stations ou Laboratoires; 26 Stations ou Laboratoires non groupés dans des Centres; 21 Laboratoires de chaires à l'Institut national agronomique, à l'École nationale d'Agriculture de Grignon, à l'École nationale vétérinaire d'Alfort et à l'École nationale d'Horticulture.

Vingt domaines expérimentaux sont associés à cet ensemble; leur superficie totale est d'environ 2 000 hectares.

L'évolution du personnel et des ressources au cours des quinze années de fonctionnement de l'I.N.R.A. ressort des tableaux suivants :

TABLEAU I

ÉVOLUTION DES MOYENS DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE DE 1946 A 1961 (1)

	EXERCICE 1946	EXERCICE 1950	EXERCICE 1961
	—	—	—
Personnel (effectifs budgétaires)			
Scientifiques	157	288	461
Ingénieurs et techniciens	125	337	816
Autres catégories de personnel		347	1 465
Crédits (en millions de francs de l'année de l'exercice) :			(NF)
Rémunération du personnel payé sur le budget de l'État	—	119	12
Subvention de l'État pour le fonctionnement	23	213	21,7
Autres ressources du budget autonome	—	168	10,2
Subvention de l'État pour équipement (autorisations de programme)	13,5	727	15

(1) Non compris recherches vétérinaires, S.A.R.V. et Algérie.

TABLEAU II

RÉPARTITION DU PERSONNEL SCIENTIFIQUE ENTRE LES DIVERSES ACTIVITÉS DE RECHERCHES

	AU 1-1-1947	AU 1-1-1961	
		chercheurs	futurs chercheurs en formation
Bioclimatologie	3	7	1
Agronomie (sols, fertilisation)	46	58	11
Physiologie végétale	—	13	5
Amélioration des plantes	47	77	9
Disciplines phytosanitaires (pathologie, zoologie, phytopharmacie)	50	87	14
Disciplines zootechniques (nutrition, génétique, physiologie, élevage)	7	61	20
Technologie	38	42	12
Économie	—	17	9
Divers	—	7	—

Ces tableaux manifestent l'effort réellement important consenti par l'État en faveur de la Recherche agronomique. Le montant des crédits budgétaires attribués à l'I.N.R.A. est passé d'une valeur qui représentait

en 1946 moins de 0,5 p. 1 000 du revenu agricole à près de 1,5 p. 1 000 en 1961.

Cet effort reste encore notablement inférieur, en valeur relative, à ce qu'il est dans les autres pays européens où le niveau technique de l'agriculture est élevé (10 ‰ aux Pays-Bas). Pour que l'I.N.R.A. puisse faire face à l'accroissement de tâches qui l'attend au cours des prochaines années, l'effort financier de l'État devra être non seulement continué, mais très fortement intensifié.

***

Les moyens humains et matériels dont l'I.N.R.A. a disposé depuis 1946 ont été consacrés d'une part, à développer ses secteurs de recherches d'avant 1939 et, d'autre part, à en constituer et développer de nouveaux, en particulier celui des recherches zootechniques (au sens large du terme), depuis 1950, et celui des recherches économiques, depuis 1956.

Il n'est pas possible, dans le cadre limité de cette note, de décrire l'activité scientifique et agronomique de l'I.N.R.A. au cours de ces quinze dernières années. Au reste, les résultats de ses travaux sont régulièrement portés à la connaissance de l'Académie, sous forme de notes et de communications. Les Annales de l'I.N.R.A. par ailleurs, publient actuellement 34 fascicules annuels, répartis en 8 séries; et les chercheurs de l'I.N.R.A. participent à bien d'autres publications.

R. Février exposera prochainement ce qui a été réalisé dans le domaine où l'expansion de la Recherche agronomique a été le plus spectaculaire : celui des recherches intéressant les productions animales.

Pour s'en tenir au domaine végétal, on peut tenter une énumération fort incomplète des secteurs de recherches qui ont connu un particulier développement au cours des dernières années :

— pour ce qui concerne les recherches de base : bioclimatologie (écologie du blé et de la vigne, problème de l'eau, action du froid); physiologie végétale (nutrition, développement, substances de croissance); agronomie (pédologie expérimentale, physique du sol, dynamique des éléments minéraux, rôle des colloïdes, microbiologie); génétique et amélioration des plantes (cytogénétique, mutagenèse, génétique quantitative, génétique des polyploïdes); pathologie végétale (virologie, bactériologie, antibiotiques, relations hôte-parasite); zoologie (physiologie des insectes, biocénoses,.. pathologie des insectes, physiologie acoustique); phytopharmacie (effets physiologiques des pesticides); technologie (développement des études de microbiologie et de physicochimie);

— pour ce qui concerne les applications des données fondamentales : étude des problèmes de lutte contre les gelées, de désherbage, de fertilisation azotée des cultures; amélioration génétique des céréales, du maïs, des plantes fourragères, de la pomme de terre, de la betterave, du colza, du lin, de la tomate, du haricot, de l'endive, de la vigne, des porte-greffe d'arbres fruitiers, etc.; mise au point de la lutte contre de très nombreux ennemis des cultures, étude des résidus des pesticides, exploration systématique des possibilités de la lutte biologique; amélioration des méthodes de vinification, études sur les jus de fruits et autres dérivés de la production fruitière ou viticole, séchage et conservation des céréales, etc.

Il convient enfin de mentionner les missions nouvelles plus récemment confiées à l'I.N.R.A.

Un décret du 20 mai 1955 a confié à l'I.N.R.A. les recherches relatives à l'économie de la production agricole : il s'agit là d'un prolongement logique des recherches dont l'aboutissement est l'amélioration des facteurs techniques de cette production. Mais il est évident que les études d'économie régionale ou celles concernant la distribution des produits agricoles sont difficilement séparables de celles qui concernent la seule économie de la production. Aussi le Gouvernement a-t-il pris la décision d'étendre la compétence de l'I.N.R.A. à toutes recherches à caractère économique ou sociologique intéressant l'agriculture ou le monde rural.

Les autres décisions récentes concernent :

— l'extension de la compétence territoriale de l'I.N.R.A. à l'Algérie (décret du 8 février 1960);

— la création d'une Section d'application de la recherche à la vulgarisation (S.A.R.V.) (décrets du 11 avril 1959 et du 14 novembre 1960), pont indispensable entre la Recherche et la Vulgarisation, qui assurera une plus grande efficacité de la première et une meilleure information de la seconde;

— enfin, la décision de M. le Ministre de l'Agriculture de confier à l'I.N.R.A. l'organisation et le développement des recherches vétérinaires.

Pour remplir l'ensemble de ses missions, anciennes et nouvelles, il est bien évident que l'I.N.R.A. n'aura pas seulement besoin de moyens importants. Il devra aussi s'assurer, comme par le passé, la collaboration étroite et confiante des autres organismes de Recherche scientifique, de l'Enseignement supérieur, des organisations agricoles et des services de l'agriculture. Il devra aussi développer les relations, déjà très nombreuses, établies avec les organisations internationales et les Établissements de recherches des autres pays.

M. J. Lefèvre. — M. Bustarret a bien voulu rappeler la part que j'avais prise à la création de l'Institut national de la Recherche agronomique. Je l'en remercie. Je voudrais à ce sujet apporter à notre Compagnie la précision suivante.

J'attachais, comme Secrétaire général du Ministère de l'Agriculture à l'époque, une importance particulière à une telle création. J'avais pu constater, comme Directeur de l'Institut national agronomique, l'indigence des moyens mis à la disposition de l'Enseignement supérieur et de la Recherche en matière agronomique. Mais aussi et surtout, l'un de nos Confrères qui m'honore de son amitié et dont l'autorité est ici considérable, j'ai nommé M. Lemoigne, m'avait avec passion, à plusieurs reprises pendant les tristes années de l'occupation, souligné les déboires qui attendaient l'agriculture française après la guerre si un effort très grand et très efficace n'était pas entrepris dans le domaine de la Recherche. Pour lui, la première tâche à entreprendre était de former des chercheurs et de s'attacher tous ceux qui, en France, étaient aptes à cette recherche agronomique, d'où qu'ils viennent. Depuis plus de quinze ans, M. Lemoigne a présidé le Comité scientifique de l'Institut national de la Recherche agronomique; tous ceux qui œuvrent au sein de cet Institut savent avec quel dévouement éclairé il a rempli sa mission. Je tenais à lui rendre cet hommage.

Je voulais aussi appuyer particulièrement une idée émise par M. Bustarret, à savoir la complexité de la tâche de l'Institut national de la Recherche agronomique. La diversité des sciences de base dans la recherche agronomique, la subordination des résultats théoriques du laboratoire à de multiples situations de milieu, les incertitudes qui s'attachent aux recherches biologiques, expliquent cette complexité. Et pourtant il y a une unité évidente dans le but à atteindre. C'est dire l'impérieuse nécessité de coordonner les moyens de recherche et de les faire servir à cette fin d'unité. Entendons-nous bien : il ne s'agit pas d'imposer aux hommes des directives catégoriques, mais d'orienter les aspirations légitimes des chercheurs, d'éviter les doubles emplois dans l'utilisation de moyens matériels et humains qui restent limités malgré des efforts réels. Au moment où l'Institut national de la Recherche agronomique élargit son action dans les domaines économique et vétérinaire, et dans celui de la vulgarisation, il me semble nécessaire de réaliser au sein de l'Institut une coordination profonde des efforts de tous : par essence ces efforts sont spécialisés, mais leur utilité n'est la plupart du temps révélée que par la concordance et la synthèse.

M. Dufrenoy. — Mon cher Confrère, vous avez sollicité une contradiction. Je me permets au contraire d'adhérer avec enthousiasme à tout ce que vous avez dit, et de souligner encore l'intérêt que vous avez indiqué à propos du rôle fondamental de la recherche, qu'elle soit appliquée aux végétaux ou aux animaux.

Nous en avons eu un exemple tout à fait remarquable, hier, au cours de la séance que M. le Secrétaire perpétuel a bien voulu signaler, et à laquelle plusieurs d'entre vous assistaient en y prenant une part éminente. On y a montré, justement, qu'il était impossible de dissocier les problèmes de physiologie végétale et les problèmes de physiologie animale.

M. Lemoigne. — Un mot seulement pour remercier M. Lefèvre d'avoir prononcé d'aimables paroles à mon égard.

Mais elles ne sont pas tout à fait justes; il faut y associer tous les autres membres du Comité permanent, MM. Javillier, Joseph Lefèvre, Grassé, Lhéritier et ceux qui sont actuellement en fonction, comme MM. Terroine, Bressou, Leroy et Baratte.

Je tiens également à associer à cette action les directions de l'Institut national de la Recherche agronomique, sans lesquelles nous n'aurions pu rien faire, en particulier MM. Braconnier, Ferru, Bustarret et les directeurs centraux.

M. Petitlaurent. — Je ne voudrais, à la suite du remarquable exposé de M. l'Inspecteur général Bustarret, que poser une simple question.

Il m'est, en effet, apparu que la Recherche agronomique tendait de plus en plus (*et c'est un phénomène heureux !*) à coller avec la réalité agricole en ajoutant à la recherche fondamentale des sections appliquées et « *actualisées* » et qu'ainsi elle se préoccupait de la vulgarisation, des études économiques et sociologiques.

Au moment où le législateur vient de mettre sur pied une structure d'ensemble de l'enseignement agricole, il semblerait urgent, que des recherches pédagogiques soient engagées pour promouvoir les indispensables progrès en la matière tant en ce qui concerne les méthodes que les maîtres.

Signalons, en effet, que l'Enseignement général possède un important et dynamique Institut pédagogique; de même l'Enseignement technique (*non agricole*) a aussi un centre de recherches et de documentations pédagogiques.

La formation des maîtres pour les enfants déficients donne lieu à des recherches particulières, ainsi que celle des moniteurs de colonies de vacances et de plein air.

Notre Collègue M. Ulrich possède, à Saint-Cloud, une équipe particulièrement compétente et active spécialisée dans les recherches relatives à l'utilisation des divers moyens audio-visuels.

L'Éducation populaire et la Promotion sociale (*individuelle et collective*) font de même des recherches de méthodes et de documents.

J'en viens donc à ma question : de même qu'une section particulière de l'I.N.R.A. se penche sur les problèmes posés par la vulgarisation, est-il envisagé, dans ce cadre, une extension des soucis de la Recherche agronomique en ce qui concerne l'Enseignement agricole, la doctrine et les recherches pédagogiques qu'il postule?

Ou bien cette préoccupation doit-elle trouver un autre cadre, un autre point d'appui?

M. Bustarret. — Je remercie M. Petitlaurent de cette question. En réalité, il comprendra que je ne puisse pas lui répondre, parce que l'extension du domaine de l'Institut de la Recherche agronomique à celui de la Recherche sociologique est pour le moment une décision prise sur le papier. Il m'est absolument impossible, dès maintenant, de dire quel sera le champ d'activité de la Recherche agronomique en matière sociologique.

Je crois que le problème qu'il pose est un problème extrêmement

important. Je ne suis pas certain qu'il soit du domaine propre de la Recherche agronomique. Il y a sans doute d'autres institutions de recherche qui seraient plus à même d'aborder ce problème de la pédagogie et de l'adaptation de cette dernière aux différents milieux sociaux.

Il n'est pas exclu *a priori* que nous constituions à l'I.N.R.A. une équipe de sociologues qui participerait à une telle étude, mais il me semble qu'il est difficile que ce soit la Recherche agronomique qui en prenne l'initiative.

M. le Président. — Je remercie M. Bustarret de nous avoir présenté, d'une façon aussi claire, l'organisation de l'I.N.R.A.

Il nous a dit, au début de son exposé, qu'il était quelque peu embarrassé pour parler de lui-même. En revanche, je suis, moi, tout à fait à mon aise, pour lui rappeler que j'ai assisté, du fait même de ma profession, à l'évolution de l'Institut national de la Recherche agronomique. J'ai pu voir le rôle de tout premier ordre que M. Bustarret lui-même a joué pour nous munir d'un outil de travail qui est tous les jours plus précis et plus utile.

Présentation d'ouvrages :

LES NOMS DES PLANTES, LES NOMS DES ARBRES LES NOMS DES FLEURS

par **Lucien Guyot**, *professeur à l'École nationale d'Agriculture de Grignon*
et **Pierre Gibassier**, *licencié ès lettres*

M. Der Khatchadourian. — La série des trois livres (Les noms des plantes, Les noms des arbres, Les noms des fleurs) rédigés par les auteur s'éloigne très nettement des formules de publication antérieurement adoptées pour la présentation au public de l'étymologie des noms donnés aux végétaux et qui relevaient essentiellement du « dictionnaire étymologique ».

Dans le cas présent, les plantes sont groupées selon les caractères communs liés à leurs affinités systématiques, à leur origine géographique ou à leur utilisation principale. L'auteur ne se borne pas à donner pour chaque nom, scientifique ou vulgaire, des plantes étudiées le terme ou les termes des langues anciennes dont il dérive; il retrace, en chaque cas, le passé historique et géographique de l'espèce étudiée, ses migrations naturelles ou ses transports provoqués et les fluctuations chronologiques de la terminologie adoptée au travers des langues des peuples chez lesquels s'est poursuivie la vie de la plante. Ainsi, par la généalogie reconstituée de chaque végétal cité se trouve progressivement élaboré l'état civil actuel de l'espèce, dont les noms usuels sont précisés non seulement dans la langue française et en divers patois ou dialectes de celle-ci, mais aussi dans diverses langues étrangères dont essentiellement les langues anglaise, allemande, espagnole et italienne.

Je suis persuadé que la Commission compétente portera une attention particulière aux trois ouvrages de M. le Pr Guyot, si remarquablement présentés et rédigés et dont la lecture est passionnante.

QUELQUES CARACTÈRES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DES DÉGATS DE LA CÉCIDOMYIE DES LAVANDES

par **R. Pussard**

(*Note présentée par* **M. P. Vayssière**)

Dans une note récente (1), nous avons montré combien l'évolution des dégâts de la Cécidomyie des lavandes était variable en fonction de la densité des larves sur les zones d'attaque, du stade végétatif de la plante et de la position, sur la tige, des plages de nécrose.

Pour mieux comprendre les aspects observés de ce phénomène pathologique, nous avons entrepris l'étude des lésions et des réactions physiologiques de la plante. Dans nos premiers écrits, lorsque nous faisions allusion à la nutrition des larves, nous avions, à dessein, employé des expressions très générales telles qu'épuisement ou interception de la sève, nous réservant d'apporter des précisions dès que certaines possibilités matérielles, qui nous étaient refusées par ailleurs, pourraient être mises à notre disposition (2).

On admet depuis longtemps que les larves de nombreuses espèces de Cécidomyies phytophages se nourrissent par succion (3). Récemment, une équipe de chercheurs américains (4) a indiqué qu'il était possible d'entendre, à l'aide d'amplificateurs électroniques, et d'enregistrer les bruits intermittents de succion des larves de *Phytophaga destructor* Say. Plusieurs auteurs (5) ont été peu à peu amenés à penser que certaines larves de Cécidomyies phytophages pouvaient se nourrir en utilisant un mode de digestion exocellulaire externe consistant à déverser, sur les tissus de la plante-hôte, des enzymes digestives qui transforment les contenus cellulaires sous-jacents en substances nutritives absorbables par succion.

Pour étudier les lésions, dues aux larves de *Thomasiniana lavandulæ* sur tiges de lavandes, nous avons utilisé, d'une part, des tiges de lavandes vraies ou de lavandins attaqués, prélevées à différentes époques dans la nature et, d'autre part, des tiges de plantes cultivées en pots et contaminées expérimentalement avec des larves à différents stades. Les fragments de tiges, après fixation à l'alcool, ont été débités au microtome à bois en coupes de 60 microns d'épaisseur et ces dernières soumises à des colorations ou à des réactifs variés.

Les tissus vivants, situés sous les écailles du rhytidome des tiges âgées, sont constitués, comme l'indiquent les rayons libériens qui parviennent jusqu'à leur surface, par un parenchyme libérien. Les cellules de la couche externe qui porte les larves ne paraissent subir aucune dilacération de leurs parois. Par contre, les cellules soumises à l'influence du complexe enzymatique déversé par l'insecte présentent des parois plissées et sont plus ou moins aplaties dans le sens radial, ce qui est à l'origine de l'aspect nettement déprimé des plages de nécrose.

(1) Pussard (R.). — Aspects des dégâts de la Cécidomyie des lavandes. *C.R. Acad. Agr. Fr.*, 1960, 995-998.

(2) Nous devons remercier ici très vivement M. Ed. Bourbeau, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, qui a bien voulu nous aider dans nos recherches, en particulier en mettant à notre disposition son matériel personnel.

(3) Marchal (P.). — Les Cécidomyies des céréales et leurs parasites. *Ann. Soc. Ent. Fr.*, 1897, 1-105.

(4) Refai (F. Y.), Miller (B. S.), Jones (E. T.), Wolfe (J. E.). — The feeding mechanism of Hessian fly larvæ. *Journ. Econ. Ent.*, 1956, 182-184.

(5) Haseman (L.). — The Hessian fly larvæ and its method of taking food. *Journ. Econ. Ent.*, 1930, 316-321.

Leefmans (S.). — De Draaihartigheid bij Kool, II. *Mededeelingen Thuinb. Voorlicht.*, 1938, 5, 1-42. (*Cité par* Barendrecht, 1941).

Cette action enzymatique progresse d'elle-même en profondeur, d'abord jusqu'aux cellules de l'assise génératrice libéro-ligneuse ou cambium, et là, au contact des tissus ligneux, sur lesquels elle ne paraît pas avoir d'action *immédiate*, elle s'étale latéralement, sur le bois, dans les cellules libériennes les plus jeunes. L'épuisement de l'assise génératrice libéro-ligneuse, sous les plages de nutrition, provoque, en ces points, une diminution d'épaisseur du xylème que l'on retrouve sur des coupes de tiges plus âgées.

Si l'on colore directement au vert d'iode alcoolique des coupes transversales effectuées au niveau de la plage de nutrition d'une larve jeune, emplacement marqué très rapidement par l'apparition d'une tache ovoïde brunâtre, on constate que toute la masse des cellules touchées par le complexe enzymatique de l'insecte prend une intense coloration verte. On sait que le vert d'iode colore électivement bois et suber et que, dans certains cas de parasitisme, les parois des cellules ont une tendance à la lignification ou à la subérification; nous nous sommes donc demandé si l'intense coloration au vert d'iode était due à un tel phénomène. Pour le vérifier, nous avons pratiqué sur les coupes la double coloration au carmin aluné de Grenacher et au vert d'iode, après avoir fait disparaître, par l'hypochlorite de sodium, les contenus cellulaires : on constate que les tissus libériens ayant subi l'action du complexe enzymatique de la Cécidomyie, comme les tissus libériens sains, prennent tous la coloration rose caractéristique de la cellulose mais les cellules des zones nutriciales sont alors plus gonflées que les cellules normales, ce qui est probablement dû à l'augmentation de la perméabilité des parois cellulaires. Etant donné que l'interprétation des réactions colorées doit être faite avec la plus grande circonspection (1), nous avons confirmé qu'il ne s'agissait pas d'un changement chimique profond des parois cellulosiques en retrouvant les colorations caractéristiques de la cellulose avec safranine et hémalun, safranine et bleu à l'eau ou en appliquant le réactif de Mäule (d'après Molisch) qui colore en rouge la seule lignine. Il faut toutefois noter que les parois touchées par les enzymes de l'insecte, tout en conservant la coloration caractéristique de la cellulose, prennent une teinte légèrement différente de celle des parois saines voisines.

En observant l'étalement de l'action enzymatique sur le tissu ligneux, on est conduit à penser, ce qui n'est pas sans intérêt, qu'un massif de cellules lignifiées doit arrêter, au moins temporairement, ou faire subir un ralentissement à l'action du complexe enzymatique de l'insecte. Deux faits observés par nous s'opposent à ce que l'on attribue aux cellules lignifiées une fonction d'arrêt *total* du processus enzymatique : en premier lieu, vers la fin de l'évolution des larves, lorsque les plages de nutrition deviennent des plages de nécrose, on observe un noircissement en coin des tissus en direction du centre de la branche et il est intéressant, d'ailleurs, de constater que cette pénétration en coin est limitée par les rayons libériens et ligneux, présentant en cela une analogie avec le cheminement des auxines dont la diffusion dans le végétal ne paraît pas illimitée mais surtout verticale et radiale alors que très faible dans le sens tangentiel (2); en second lieu, nous avons plusieurs fois rencontré, sur de vieilles lavandes, des larves fixées sur les parois de larges fentes, formées par éclatement, dans le bois de cœur d'une branche, et observé, sur ce bois, autour des larves, une auréole caractéristique brunâtre.

Les caractères ci-dessus précisés de l'action de la Cécidomyie des lavandes sont bien dus à une action enzymatique propre car, si l'on enlève, sur des branches de lavandes saines, en place, des lambeaux de phloème ou si l'on perce une branche de part en part, on ne constate généralement aucun noircissement des tissus, aucun changement dans

(1) Boureau (Ed.). — Anatomie végétale, 1954, 1.
(2) Arbonnier (P.). — Produits chimiques, sylviculture et reboisement. *Rev. Forest. Fr.*, 1959, 605-609.

l'aspect et dans l'évolution des phénomènes végétatifs et aucune contamination rapide par des organismes inférieurs, Champignons ou Bactéries; nous avons même pratiqué plusieurs fois des décorticatations annulaires complètes, sans aucune précaution particulière, avec comme seul résultat, très classique, un renforcement de la hampe florale et de l'épi de fleurs.

En outre, si l'on élève expérimentalement des larves sur une branche saine, *en dessous* d'une décortication annulaire, on constate que, malgré cette barrière opposée à la circulation dans le phloème, on observe quand même un ralentissement de la végétation au-dessus de la plage de nutrition d'où il faut bien déduire que l'action enzymatique peut cheminer transversalement dans le bois.

Enfin nous avons cherché à savoir si le ralentissement de la végétation et la dessiccation ultérieure des rameaux était due à une toxine émise par l'insecte. C'est alors que nous avons constaté que des branches, en voie de flétrissement, coupées *au-dessus* d'une plage de nutrition ou de nécrose et plongées dans l'eau, reprenaient une turgescence normale. Cette expérience répétée de nombreuses fois nous a toujours donné le même résultat; d'ailleurs on peut vérifier facilement, grâce à l'adjonction d'un colorant approprié, que la montée de l'eau s'effectue normalement dans les branches coupées au-dessus d'une plage de nécrose au moment du début du flétrissement tandis qu'elle est arrêtée dans les branches coupées en dessous. Bien plus, les branches ainsi coupées au-dessus des plages de nécrose ont pu être utilisées comme boutures et nous avons actuellement, dans nos coffres, des boutures *racinées* ainsi obtenues dont le comportement ultérieur sera suivi.

Tous ces faits, joints à la coloration intense des lésions par le vert d'iode, due vraisemblablement à une variation importante des pH cellulaires, nous conduisent à penser que le complexe enzymatique de la Cécidomyie des lavandes, en modifiant profondément les phénomènes électroniques de surfaces et de parois (1) au niveau des plages de nécrose, ferme littéralement une vanne sur les courants d'échanges entre la base et la partie supérieure d'une branche ou d'un secteur seulement de cette branche.

Le complexe enzymatique de l'insecte agit donc, d'une part, sur les propriétés physiques des parois cellulaires en modifiant leur hémiperméabilité et, d'autre part, sur les constituants infiniment complexes des contenus cellulaires pour les transformer, dans une prédigestion, en produits capables de s'extravaser et d'être absorbés grâce à la succion exercée par la larve. Lorsque les larves sont nombreuses sur une plage de nutrition, il est intéressant de remarquer que le liquide nutritif extravasé et pompé par la larve, au hasard de ses déplacements ou lorsqu'elle est serrée contre ses voisines, peut provenir, au moins en partie, de l'action du complexe enzymatique des larves sœurs et qu'il existe ainsi une mise en commun des sécrétions et une exploitation commune des substances nutritives constituant en quelque sorte un stade primitif de trophallaxie passive, indirecte et facultative.

En première analyse, on peut donc comprendre l'évolution des dégâts en distinguant dans le phénomène pathologique deux grandes phases : une première phase que nous appellerons de *spoliation* ou d'épuisement du végétal, correspondant à la nutrition des larves, puis une phase *d'interception* aboutissant à l'arrêt complet de la circulation et des échanges lorsque le noircissement des tissus a suffisamment progressé.

Afin de connaître les principales catégories de substances qui peuvent jouer un rôle dans la nutrition de la Cécidomyie ou dans les réactions de la plante, nous avons commencé des recherches sur la composition chimique des tissus des branches de lavandes avec les moyens dont nous

(1) Arens (Karl). — The « Active membrane ». An hypothesis to explain the transfer of water and solutes in plants, as depending upon respiration. *Rev. Canad. Biol.*, 1949, 157-172.

pouvions disposer à titre personnel. C'est ainsi que nous avons constaté aisément, par la liqueur de Fehling et par le « Clinitest » que les extraits aqueux de branches de lavandes renferment une quantité notable de sucres réducteurs et, en particulier, de glucose. Notons, en passant, qu'Iljin (1) a montré que les plantes poussant en habitat sec, donc à l'adret pour les lavandes, sont plus riches en sucres que les mêmes plantes poussant en habitat humide. De plus, la coloration par le mélange acide chlorhydrique-phénol et l'extraction par le sulfure de carbone suivie de cristallisation montrent, dans les tissus libériens, la présence, à côté de pigments chlorophylliens, d'une carotine qui doit être à l'origine des caroténoïdes que nous avons antérieurement signalés dans les larves de la Cécidomyie (2). Ces caroténoïdes, qui se retrouvent dans tous les stades à activité nutritionnelle réduite, doivent jouer un rôle, quoiqu'on en ait pensé jusqu'ici, dans la survie physiologique de l'insecte; à la lumière des travaux de Rétovsky (3) on peut désormais se demander si ces corps, en freinant l'auto-oxydation des lipoïdes, ne sont pas des économiseurs qui garantissent une plus longue utilisation des réserves énergétiques de l'insecte propre à assurer la survie d'un diptère monovoltin, sans nutrition active pendant plusieurs mois. Rappelons ici que les variations quantitatives de ces carotines végétales, en fonction de l'exposition à l'adret et à l'ubac, telles qu'elles ont été soulignées ici-même par M. Voisin (4), d'après des travaux allemands sur l'herbe des régions montagneuses, peuvent conjuguer leur action favorable pour la Cécidomyie à l'adret avec celle des sucres réducteurs et du microclimat.

Notons, pour terminer, que le réactif de Spica ne nous a pas permis de déceler la présence d'acide gallique dans les tiges de lavandes.

(*I.N.R.A.*)

INFLUENCE DES PROPRIÉTÉS STRUCTURALES SUR LA PÉNÉTRATION DE L'EAU DANS UN SOL SEC

par **M. Feodoroff**

(*Note présentée par* **M. Hénin**)

Lorsqu'un sol sec reçoit une pluie ou un arrosage, une certaine quantité de l'eau apportée s'infiltre immédiatement mais il arrive qu'au bout d'un certain temps le débit d'absorption devenant plus faible que le débit d'apport, il se produit un plan d'eau à la surface. Ce plan stagne, ou est entraîné par ruissellement s'il y a une pente. La variation du débit d'absorption est grandement influencée par les propriétés structurales du sol.

Pour étudier ces phénomènes au laboratoire, nous avons rempli avec de la terre sèche des colonnes transparentes, hautes de 1 mètre. Les terres sont assez variées, tant du point de vue de leur composition granulométrique que par leur stabilité structurale. Rappelons que cette dernière propriété correspond à une plus ou moins grande résistance de la terre au

(1) Iljin (W. S.). — Drought resistance in plants and physiological processes. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 1957, 257-274.

(2) Pussard (R.). — Cycle évolutif de *Thomasiniana lavandulae* Barnes. *C.R. Soc. Biol.*, 1957, 467-470.

(3) Retovsky (R.). — Modèle de respiration avec le système huile de Tournesol plus ou moins caroténoïdes. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1935, 1614-1629.

(4) Voisin (A.). — De l'influence de l'air humide sur l'entendement humain (Souvenirs d'une enquête récente en Bavière sur la teneur en carotène de l'herbe). *C.R. Acad. Agr. Fr.*, 1958, 849-859.

délitement produit par l'action de l'eau; elle peut être exprimée, suivant S. Hénin, par un indice d'instabilité $\log_{10}$ 10S d'autant plus grand que la terre est moins stable.

Chacune des terres étudiées a été calibrée par tamisage à sec. On a obtenu ainsi des mottes comprises entre 5 et 10 millimètres. Une partie de ces mottes a été broyée et réduite à une dimension inférieure à 1 millimètre. Ceci a permis de modifier l'état structural sans affecter la granulométrie et en n'affectant que peu la stabilité structurale. Les colonnes ont été remplies avec un certain nombre de terres, soit à l'état agrégé (5 à 10 mm), soit à l'état fin ($<$ 1 mm). A la surface on a appliqué des arrosages, chaque colonne recevant la même quantité d'eau (70 mm) mais on a fait varier le débit de l'apport d'eau.

Ce dispositif a déjà permis de montrer (1) qu'un certain temps après la fin de l'arrosage la répartition de l'eau n'est pas constante avec tous les sols et toutes les structures sur toute la hauteur des colonnes, ce qui réduit la portée du concept de capacité de rétention d'un sol pour l'eau. Nous nous proposons ici de montrer l'influence des propriétés structurales d'un sol, d'une part sur la vitesse d'absorption de l'eau en surface et, d'autre part, sur la vitesse de pénétration de l'eau saturante à l'intérieur même de la masse du sol.

Structure du sol et absorption de l'eau en surface

On remplit les colonnes avec les *fractions agrégées* (5 à 10 mm) d'un certain nombre de sols secs et on les soumet à un *arrosage très intense* et régulier de 5 millimètres par minute. On constate que le plan d'eau en surface ne se formera qu'avec les terres les moins stables. De plus, sa formation est d'autant plus rapide que la structure de la terre est moins résistante.

Stabilité $\log_{10}$ 10S	1,71	1,62	1,27	0,77	0,72
Apport d'eau (mm) nécessaire pour provoquer la formation d'un plan en surface.	15	15 à 25	35	$>$ 70	$>$ 70

Les faits montrent donc qu'il existe un bon parallélisme entre les phénomènes provoquant la dégradation de la structure sous l'action complexe d'un apport d'eau direct, et l'ensemble des processus permettant l'évaluation de la stabilité structurale.

La stabilité de la structure n'est pas le seul facteur intrinsèque qui influence la capacité d'absorption pour l'eau. La dimension même des mottes sèches, c'est-à-dire *l'état initial de la structure*, intervient également. Un sol à éléments motteux individualisés absorbera l'eau plus rapidement et maintiendra plus longtemps une capacité d'absorption suffisante que le même sol broyé et réduit à des dimensions inférieures à 1 millimètre. Tout se passe comme si, avec de grosses mottes, le délitement de la structure est échelonné, alors qu'avec des agrégats de taille inférieure il est plus rapide.

Arrosage intense

	Apport d'eau (mm) nécessaire a la formation d'un plan d'eau en surface	
	Fraction agrégée 5 à 10 mm	Fraction fine < 1 mm
Sous-sol instable (Armagnac)	15	5
Sous-sol instable (Hor. B Versailles)	15 à 25	5 à 10
Sol moyennement stable (Lusignan)	35	5
Sol stable (Hor. A Versailles)	> 70	10
Sous-sol stable (Montereau)	> 70	5 à 15

On constate en outre qu'avec les *fractions fines*, les différences entre les terres tendent à s'estomper. Il est très probable que, lorsque l'arrosage est intense, la porosité initiale, relativement faible, limite l'absorption au moins autant que le délitement de la structure.

Il va de soi que l'action destructrice de la pluie est proportionnelle à son intensité. Ainsi en remplaçant cet arrosage, très intense (5 mm/min) par un arrosage plus ménagé (0,2 mm/min) le plan d'eau en surface ne se formera qu'après un temps beaucoup plus long et avec une quantité d'eau plus élevée.

	$\log_{10}S$	Apport d'eau (mm) nécessaire a la formation d'un plan d'eau en surface	
		Arrosage intense (5 mm/min)	Arrosage ménagé (0,2 mm/min)
Fraction fine stable (Montereau)	0,95	5 à 15	> 70
Fraction fine instable (Hor. B Versailles)	1,77	5 à 10	50

Structure du sol et vitesse d'humectation en profondeur

L'eau absorbée par le sol pénètre en profondeur. La démarcation entre la terre sèche et la terre humectée est nette et constitue un front d'humectation, plus ou moins régulier. Avec un arrosage intense, la progression du front est rapide, tant qu'il y a pas formation d'un plan d'eau en surface. Si la terre est stable et agrégée, le front cesse d'avancer au bout de quelques jours. On a atteint alors un état d'*équilibre apparent* et l'humidité dans la colonne de terre présente une valeur constante sur presque toute la profondeur humectée. Cette répartition constante de l'eau ne s'observe pas dès qu'on a affaire à une terre dont la stabilité structurale est faible, ou dont la dimension des mottes est réduite; dans ce cas, la progression du front dure beaucoup plus longtemps. On s'en rend compte lorsqu'on établit le profil hydrique d'une colonne de terre aussitôt après son humectation et qu'on le compare au profil hydrique obtenu lorsque l'équilibre apparent est atteint.

Profondeur (cm)	Humidité du sol humecté (% du poids)			
	Fraction agrégée 5 à 10 mm		Fraction fine < 1 mm	
	Immédiatement après humectation	Équilibre apparent	Immédiatement après humectation	Équilibre apparent
0,5	45,4	32,3	52,4	36,6
6,5	36,4	32,1	44,6	32,4
12,0	36,3	31,8	42,2	31,8
16,5	35,2	31,8	33,2	28,2
21,	33,0	31,8	—	18,7
23,5	—	31,4	—	—
27,5	—	27,7	—	—
Profondeur humectée (cm)	21	27,5	16,5	21

(1) Apport de 70 millimètres en arrosage intense (5 mm /min).

Cette comparaison, faite sur une terre stable, montre qu'avec la fraction agrégée, le profil hydrique établi immédiatement après l'arrosage est beaucoup plus proche du profil à l'équilibre apparent que dans le cas de la terre fine. Cela veut dire que la tranche du sol immédiatement humectée est plus importante avec la fraction agrégée qu'avec la fraction fine, et l'équilibre s'établira plus rapidement dans la terre en motte que dans la terre fine.

L'ensemble de tous ces essais de laboratoire montre que si une terre sèche reçoit un arrosage, l'eau pénètre d'autant plus facilement et d'autant plus rapidement dans la masse du sol que ce dernier est stable et qu'il a une structure en mottes individualisées de la taille d'une noisette. On peut pallier certaines conséquences d'une structure défavorable en apportant l'eau d'une façon très ménagée.

M. Baratte. — Je crois qu'il y a aussi un autre problème qu'on oublie peut-être trop à propos de la pénétration de l'eau dans le sol.

Je crois que, quand nos sols ont été trop ameublis en surface, ils ne se mouillent pas. Dans ces conditions l'eau ruisselle sous forme de gouttes et la terre est entraînée ainsi par ruissellement.

Il y a une limite qui s'établit dans ces conditions qu'il serait intéressant de fixer et de préciser, suivant les natures de sols et suivant leur degré hygrométrique.

M. Hénin. — Je suis d'accord avec notre Confrère. Il y a effectivement des mécanismes de mouillabilité qui interviennent, mais ceci implique un autre aspect du problème.

Ces propriétés se rattachent au premier aspect de la note, au moment où on apporte l'eau sur le sol. Une fois que l'eau a pénétré, la couche

(1) Feodoroff (A.). — Capacité de rétention pour l'eau et structure du sol. *C.R. Ac. Sci.* t. 252. p. 591-593.

superficielle est mouillée, c'est alors un autre processus qui intervient, et son importance devient dominante.

M. Aubert. — Je voudrais demander à notre Confrère M. Hénin ce que représentait, dans le cas des terres étudiées, la valeur constante de quantité d'eau dans le cas de la terre à bonne structure, par rapport à ce que les méthodes habituelles auraient défini comme capacité utile pour l'eau.

M. Hénin. — Dans les sols à structure fine, pour 25 p. 100 d'humidité en capacité moyenne, on obtient 30 en surface et on tombe à 22 en profondeur.

D'une façon générale la couche mouillée est moins profonde. Il faut également souligner que si au lieu de considérer les quantités d'eau totale on n'envisageait que l'eau utile, les variations seraient encore plus grandes, l'eau non utilisable étant indépendante de l'état de la structure.

M. Désiré Leroux. — Je me permets de demander à M. Hénin si ce vieux dicton agricole reste vrai : « Un binage vaut un arrosage. »

M. Hénin. — Disons un dizième d'arrosage tout au plus.

COMPARAISON DE LA RÉMANENCE DE SELS DE FER ET DE SÉQUESTRATS

susceptibles d'être utilisés dans les vergers de la vallée de la Garonne en sols chlorosants non ou très peu calcaires

par **C. Juste, J. Delmas et M. Lasserre**

(*Note présentée par* **M. Barbier**)

Les pêchers plantés sur les terres d'alluvions récentes de la vallée de la Garonne présentent souvent des signes de chlorose à partir de leur cinquième année environ; les dégâts sont surtout importants dans les vergers constitués d'arbres greffés sur franc. L'analyse des sols sur lesquels sévit cette affection montre que les taux de calcaire total (1 à 5 %) et ceux de calcaire actif (0,5 à 2,5 %) sont très nettement au-dessous des valeurs considérées comme taux maximum toléré par le pêcher (7 % de calcaire actif). Par contre, il existe une corrélation bien nette entre la présence de symptômes de chlorose et le pH généralement élevé de ces types de sols; bien qu'il soit difficile de fixer un chiffre avec précision, il semble qu'au-dessus de pH, 7,6 à 7,7 l'on doive s'attendre à l'apparition de troubles vers la cinquième année suivant la plantation. Le tableau ci-dessous, qui représente les caractéristiques d'un échantillon moyen prélevé dans un verger particulièrement atteint de la région de Montesquieu (Lot-et-Garonne), met en évidence la valeur élevée du taux de saturation du complexe absorbant (> 90 %) de ces sols.

pH (eau)	K échang.	Ca échang.	Mg échang.	Na échang.	Taux de saturat.	Argile	Limon
8,0	0,100 %°	3,900 %°	0,300 %°	0,060 %°	93 %	17 %	22 %

Il ne fait pas de doute que, pour des pH voisins de 8, la plupart des métaux lourds — et le fer en particulier — se trouvent sous une forme difficilement assimilable; appliqués sous forme de cations de sels dissociables, ces métaux sont rapidement inactivés dans le sol. Il est donc logique de chercher à remédier à l'inactivation du fer en apportant celui-ci sous forme séquestrée (complexée). Or, on a très souvent enregistré des échecs, échecs d'autant plus regrettables que la majorité des séquestrats livrés par le commerce sont d'un coût élevé.

Le but de ce travail est de tester au laboratoire, avant toute expérimentation au champ, le comportement de quelques-uns de ces produits dans le sol, ainsi que celui de deux composés du fer traditionnellement employés avec plus ou moins de succès et d'un produit organo-minéral régional résultant du traitement industriel du bois de pin en vue de l'obtention de pâte à papier.

Causes principales de l'inactivation du fer apporté au sol sous forme séquestrée

L'inactivation d'un métal séquestré apporté à un sol peut résulter :

a) De la destruction par voie microbienne de l'agent séquestrant.

b) De l'adsorption de l'agent séquestrant par le complexe argilo-humique; c'est là une des causes les plus fréquentes de l'inactivation du séquestrat.

c) Du remplacement du cation séquestré par un autre cation, l'échange étant d'autant plus rapide que ce cation forme avec le séquestrat un complexe plus stable et que sa concentration dans la solution est plus élevée.

d) De l'hydrolyse du métal séquestré — ceci est surtout vrai pour le fer, la stabilité de beaucoup de séquestrats de ce métal diminuant quand le pH augmente.

Quelles qu'en soient les causes, l'inactivation du fer se traduit par sa disparition de la solution du sol. Il suffit donc de doser le fer demeuré en solution sous forme ionique ou sous forme séquestrée pour prévoir les chances de son utilisation par la plante et, par là même, les possibilités d'emploi des produits en question comme antichlorosants.

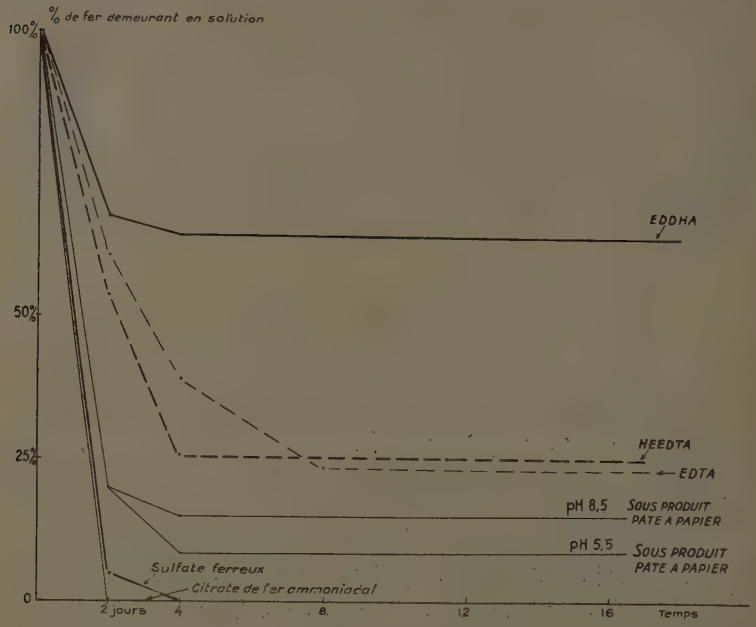
Technique

A 50 grammes de l'échantillon de sol décrit plus haut et provenant du verger chlorosé de Montesquieu, on a ajouté 20 centimètres cubes d'une solution de divers composés ferriques contenant environ 5 milligrammes de fer, sous forme séquestrée ou non; les échantillons ont été placés dans un local thermostaté (20° C). Au bout de temps variables (2 j, 4 j, 8 j, 15 j), les échantillons ont été agités trente minutes au contact de 100 centimètres cubes d'eau distillée. Après filtration et centrifugation, le fer a été dosé par colorimétrie dans des parties aliquotes minéralisées au four. On a testé de cette manière :

— l'**EDTA** (sel sodique de l'acide éthylène diamino tétraacétique);

— l'**HEEDTA** (sel sodique de l'acide hydroxyéthyléthylène diaminetriacétique);
— l'**EDDHA** (sel sodique de l'acide éthylène diamine di o.hydroxyphénylacétique);
— le sulfate ferreux;
— le citrate de fer ammoniacal;
— un sous-produit de l'industrie de la pâte à papier.

Ce dernier présente une réaction acide (pH 5,5). Utilisé tel quel, sa rémanence en solution tombe à 8 p. 100 au bout de quatre jours. Si



l'on ajuste son pH à 8,5 avec de la soude, la fraction du fer qui demeure en solution au bout de quatre jours s'élève à 15 p. 100 environ. On a également constaté que si l'on continue à augmenter le pH jusqu'à 10, la rémanence diminue à nouveau et tombe à 3-4 p. 100. Il semble donc qu'il existe un pH optimum de la solution séquestrante pour laquelle l'adsorption par le complexe argilo-humique passe par un minimum et qui correspond vraisemblablement à la neutralité électrique de la molécule organique séquestrante.

Résultats et conclusions

Le graphique ci-dessus résume les données obtenues au laboratoire. On voit nettement que la rémanence en solution des produits habituels (citrate et sulfate de fer) diminue très vite avec le temps, ce qui explique le peu de succès rencontré lors de leur emploi.

Par contre, les séquestrats ont une rémanence relativement plus

élevée mais très variable selon les produits utilisés. Il conviendra donc d'allier à l'emploi des techniques d'apport les plus adéquates l'utilisation de séquestrats possédant le maximum de rémanence dans ces sols limono-sablo-argileux, à complexe absorbant fortement saturé.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Drouineau. — Résistance au calcaire des porte-greffes d'arbres fruitiers. *Ann. Agron.*, 1942, 441.

Liwerant. — Relation entre la chlorose des arbres fruitiers et la réaction des sols. *C.R.A.A.*, 1960, 352.

Smith. — The sequestration of metal, 1959.

Wallace-Shannon. — Some aspects of the use of metal chelates as micronutrient fertilizer sources. *Soil Science*, 1957, 27.

Martell. — The chemistry of metal chelates in plant nutrition. *Soil Science*, 1957, 13.

De Kock. — Uptake of chelated metals by plants. *Soil Sci.*, 1957, 55.

Hill-Cottingham. — A spectrophotometric method of analysis of chelate solutions and its application to the study of iron chelates in soils and plants. *Soil Sci.*, 1957, 43.

Grosclaude-Delmas. — Le plomb du pêcher dans le Sud-Ouest de la France. *C.R.A.A.*, 25-6-58 (plomb et chlorose en sol peu ou non calcaire).

Chabanne-Duprat-Trocme. — Observations sur le traitement de la chlorose des poiriers. *C.R.A.A.*, 1958, 46.

Wallace. — Ammonium sulfonate lignin as a chelating agent for supplying iron to plants. *Soil Science*, 1956, **82**, 233.

EFFETS DU DRAINAGE SUR LE NIVEAU DE CONTAMINATION DES SOLS IRRIGUÉS AVEC DE L'EAU POLLUÉE PAR DU STRONTIUM 90

par **Claude Gailledreau**

(*Note présentée par* **M. Barbier**)

Depuis l'emploi de l'énergie nucléaire, les eaux de rivière utilisables pour l'irrigation peuvent se trouver légèrement contaminées par des radio-éléments provenant de la fission de l'uranium. Parmi ceux-ci, le strontium 90, dont la période est de vingt-huit ans et qui s'accumule dans les os, est le plus dangereux.

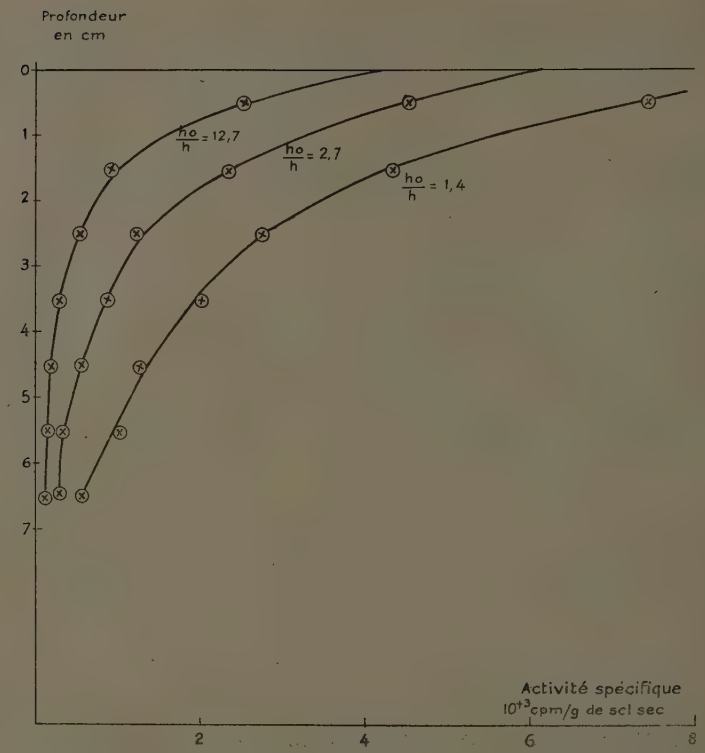
La présente Note rapporte quelques expériences de laboratoire sur l'accumulation du ^{90}Sr dans le sol en fonction de la concentration de l'eau d'irrigation en ce radioélément, de l'intensité de l'irrigation, et de l'évapotranspiration. A l'aide des résultats obtenus on a cherché à prévoir par le calcul, pour un temps illimité, la marche de l'accumulation du ^{90}Sr dans le sol, dans l'hypothèse où l'irrigation avec une eau polluée serait poursuivie indéfiniment. On exprimera la contamination du sol par le rapport $^{90}Sr/Ca$.

L'expérimentation a été menée comme suit :

On a arrosé avec de l'eau de ville polluée en ^{90}Sr trois colonnes de sol de Saclay soumises à une évaporation constante avec trois débits d'irrigation différents. On a défini, pour chacune de ces colonnes, un coefficient d'évaporation :

$$\varepsilon = \frac{ho}{h} = \frac{\text{hauteur d'eau apportée}}{\text{hauteur d'eau drainée}}$$

Étant donné que le calcium constitue la majeure partie des cations échangeables du sol de Saclay (pH = 7,5) la concentration en Ca de la solution après évapotranspiration devrait être ε fois celle de l'eau appli-



quée, sous réserve que l'eau ne devienne pas saturée en aucun sel de calcium. Or les résultats ont été les suivants :

$\varepsilon = \frac{ho}{h}$	1,4	2,1	12,7
Concentration en Ca dans l'eau drainée (mEq /ml) . . .	0,007	0,009	0,012

L'eau appliquée titrait 0,007 mEq /ml de Ca; la constance approximative de la concentration est probablement due au fait que cette eau contient une forte proportion de bicarbonates, qui précipitent à l'état de carbonates.

En ce qui concerne le ^{90}Sr, par contre, aucune précipitation de carbonates n'a été décelée; ainsi le radioélément tend à se concentrer dans la solution, et son taux d'accumulation dans le sol à l'équilibre se trouve augmenté dans le rapport ε.

La distribution du ^{90}Sr en fonction de la profondeur a été mesurée

pour chacune des colonnes. Les résultats sont indiqués sur la figure. On notera que la couche superficielle de 1 centimètre contient la plus grande partie du ^{90}Sr retenu.

Le strontium est retenu par échange contre du calcium dans les sols où cet ion prédomine largement, ce qui est le cas du sol de Saclay. Soit un système sol-solution en équilibre, on a :

$$\frac{q_{Sr}}{q_{Ca}} = K_{Sr/Ca} \frac{C_{Sr}}{C_{Ca}} \qquad (1)$$

q_{Sr}, q_{Ca} sont les concentrations en Sr et Ca sur les colloïdes du sol;

C_{Sr}, C_{Ca} sont les concentrations en Sr et Ca dans la solution du sol;

$K_{Sr/Ca}$ est le coefficient de sélectivité du sol pour Sr par rapport au Ca. Il est égal à 1,5 dans le cas considéré. $\frac{q_{Sr}}{q_{Ca}}$ est défini comme le taux de pollution du sol.

Des résultats expérimentaux exposés, on déduira que la concentration en calcium de la solution du sol reste constante en première approximation — tout au moins dans le système étudié — lorsque l'eau disparaît par évapotranspiration. On prendra : $C_{Ca} = 0{,}01$ mEq/ml.

On admettra, par contre, que la concentration en Sr dans la solution du sol croît proportionnellement à $\varepsilon = ho/h$. Or le taux de pollution du sol dépend du rapport $\frac{C_{Sr}}{C_{Ca}}$ il croîtra donc proportionnellement à ε.

On admettra que le ^{90}Sr apporté chaque année par l'eau d'irrigation est réparti uniformément, grâce aux façons culturales, dans une couche labourée d'épaisseur m grammes/cm², supposée verticalement homogène (soit p. ex. 30 g/cm² pour 25 cm de hauteur). On tiendra compte de la décroissance radioactive et du drainage, mais on négligera l'exportation de ^{90}Sr par les cultures (1). Soit une colonne constituée par 1 centimètre carré de couche labourée; l'accroissement de la quantité de ^{90}Sr adsorbée dans la colonne pendant le temps élémentaire dt est (en négligeant la quantité de radioélément qui reste en solution) :

$$mdq = c_0 dv_0 - cdv - \lambda\, qmdt \qquad (1)$$

q est la concentration en radioélément par gramme de terre;

c_0 est la concentration en ^{90}Sr de l'eau apportée;

dv_0 est le volume d'eau apporté pendant le temps élémentaire dt par centimètre carré de sol;

c est la concentration de l'eau drainée à l'instant considéré, $dv = \varepsilon\, dv_0$ est le volume d'eau drainé dans le temps élémentaire dt par centimètre carré;

λ est la constante radioactive, c'est-à-dire la fraction du radioélément qui se détruit spontanément par unité de temps, soit 0,025 par an pour ^{90}Sr.

D'autre part $dv = hdt$ (2) et l'équation (1) devient :

$$dq = \varepsilon\, C_0 \frac{h}{m} - c\frac{h}{m} - \lambda\, qdt \qquad (3)$$

Mais la concentration c dans l'eau drainée est proportionnelle à la concentration adsorbée q et :

$$c = \frac{q}{X} \qquad (4)$$

X est le coefficient de distribution du strontium entre les colloïdes et la solution du sol :

$$X = K_{Sr/Ca} \frac{q_{Ca}}{C_{Ca}} \qquad (5)$$

Dans le sol de Saclay qui renferme 21 mEq Ca par gramme :

$$X = 1{,}5\,\frac{0{,}21}{0{,}01} = 31 \text{ ml/g} \qquad (5')$$

L'équation (3) s'écrit alors :

$$dq = \varepsilon c_0 \frac{h}{m}\,dt - \left(\lambda + \frac{h}{m}\frac{1}{X}\right) q\,dt \qquad (6)$$

intégrant l'équation (6), il vient :

$$\frac{q}{c} = \frac{q}{c_0 \varepsilon} = \frac{\frac{h}{m}}{\lambda + \frac{h}{m}\frac{1}{X}}\left[1 - e^{-\left(\lambda + \frac{h}{m}\frac{1}{X}\right)t}\right] \qquad (7)$$

L'équation (7) permet de connaître à chaque instant la concentration q de ^{90}Sr adsorbée sur les colloïdes du sol; connaissant par ailleurs la capacité q_{c_0} du sol pour le calcium, on pourra calculer le taux de pollution. Au bout d'un temps infini, l'équation (7) peut se simplifier en égalant le second terme à 1. q tend asymptotiquement vers une limite telle que :

$$\frac{q}{C_0} = \frac{\varepsilon}{\frac{\lambda m}{h} + \frac{1}{X}}$$

soit E l'évapotranspiration, exprimée en centimètres d'eau, on a :

$$ho - h = E \qquad (9)$$

Sachant que : $\varepsilon = ho/h$, on calcule que :

$$\frac{q}{C_0} \to \frac{\frac{h}{m} + \frac{E}{m}}{\frac{1}{X}\frac{h}{m} + \lambda} \qquad (10)$$

L'analyse mathématique de cette fonction montre qu'elle est constamment décroissante si $\lambda < \frac{E}{mX}$. Or, si l'on considère une couche labourée de 30 grammes par centimètre carré et une évapotranspiration de 120 centimètres par an, on voit que $\frac{E}{mX} = 0{,}129$ alors que $\lambda = 0{,}025$.

Il en résulte que le sol sera d'autant moins pollué en ^{90}Sr que le drainage de la couche labourée sera plus grand. Prenons à titre d'exemple deux valeurs du débit :

$$\text{pour } h = 10 \text{ cm/an } \frac{q}{C_0} \to 120$$

$$\text{pour } h = 100 \text{ cm/an } \frac{q}{C_0} \to 58$$

On voit que la réduction obtenue n'est pas très importante eu égard aux marges de sécurité prévues pour les limites maximales admissibles, pour une dépense nettement plus grande. Cette réduction, au reste, est amenuisée par le fait que pour les faibles h/m, une part appréciable de l'eau apportée provient des pluies, qui ne contiennent pratiquement plus actuellement du radioélément étudié.

***

M. Barbier. — L'épuration des effluents d'usines atomiques a réalisé des progrès et en réalisera sans doute encore. Il est pourtant peu probable que l'on réussisse à éliminer complètement les radioéléments de ces effluents. Or l'eau de chaque fleuve ou de chaque rivière ainsi légèrement contaminée servira à l'irrigation de sols de constitution variée, sous climats variés, avec des intensités d'irrigation différentes, et des évapotranspirations différentes. Il serait utile de reconnaître parmi ces diverses conditions celles qui conduiront à la radioactivité maximale des denrées récoltées, pour une concentration donnée de l'eau d'irrigation en radioélément, de manière à conserver une marge de sécurité suffisante dans les cas les plus défavorables. La Note de M. Gailledreau apporte des éclaircissements particulièrement précieux à ce sujet.

RÉFÉRENCE

(7) Barbier (G.), Huguet (F.), Michon (G.) et Tyszkiewicz (E.). — Sur la prévision de l'accumulation dans le sol et dans les récoltes d'éléments radioactifs de longue période apportés indéfiniment à un rythme limité. *Académie d'Agriculture de France*, séance du 10 décembre 1958.

INFLUENCE DES ENGRAIS MINÉRAUX ET DU FUMIER SUR QUELQUES CONSTITUANTS DU BLÉ ET DE LA CAROTTE

par M^me^ **A. Guérillot-Vinet, J. Guérillot, R. Bazier** et M^lle^ **J. Mansuy**

(*Note présentée par* **M. L. Der Khatchadourian**)

Depuis quelques années on s'est demandé si l'emploi de plus en plus abondant des engrais chimiques indispensables à la culture intensive n'était pas à l'origine de la multiplication à notre époque de nombreuses maladies humaines. Ces engrais pourraient peut-être, soit apporter aux plantes destinées à l'alimentation des hommes et du bétail des produits nocifs, soit y provoquer la formation de telles substances, soit simplement changer l'équilibre biologique des végétaux ainsi traités. L'opinion mondiale s'en est émue, des essais ont été faits sur des animaux et continuent d'ailleurs, notamment en Allemagne (1) (2).

Malheureusement, ces recherches ont été souvent entreprises avec des récoltes obtenues sur des sols privés ou non d'engrais chimiques depuis peu d'années seulement ou depuis une date parfois imprécise.

Or, nous disposons à Grignon d'un champ d'expériences exceptionnel : créé par Dehérain en 1875, il est divisé en parcelles de 1 are, certaines sans aucun apport d'engrais ni de fumier, d'autres recevant uniquement soit du fumier, soit des engrais chimiques (3).

C'est pourquoi nous avons pensé utiliser les végétaux cultivés sur ces parcelles pour rechercher l'influence éventuelle des engrais minéraux et du fumier sur la composition chimique et la valeur biologique de ces récoltes.

Les parcelles sans engrais ni fumier depuis 1875 seraient les plus intéressantes parmi les sols cultivés sans aucun apport extérieur. Leur trop petit nombre n'a pas permis de les retenir, les récoltes y étant trop faibles dans leur ensemble. Nous nous sommes limités aux trois catégories suivantes :

1° terres maintenues sans engrais ni fumier depuis 1902 (série SE);

2° terres recevant un engrais chimique complet sans fumier depuis 1902 (série NPK);

5° terres recevant seulement du fumier de ferme depuis 1929 (série F). Les fumures appliquées chaque année sont les suivantes :

Série F : fumier de ferme	100	kg à l'are
Série NPK : Nitrate de soude	1,5	kg
Série NPK : Sulfate d'ammoniaque	3	kg
Série NPK : Superphosphate de chaux à 18 %	5	kg
Série NPK : Sylvinite riche (ou son équivalent en ClK)	1,5	kg

Chaque parcelle est divisée en deux demi ares cultivés depuis 1929 alternativement en blé et betteraves. Depuis 1956, des carottes potagères remplacent chaque année, par roulement, les betteraves dans un quart des parcelles, les betteraves et le blé employés seuls ne pouvant constituer un régime alimentaire pour les animaux d'expériences.

Nous récoltons ainsi du blé (variété Cappelle) et des carottes (variété Rouge longue lisse de Meaux) servant de nourriture *exclusive* à des souris blanches. Nous cherchons à déterminer sur ces animaux la répercussion de la fumure du sol sur la valeur et les conséquences de cette alimentation; parallèlement ces aliments sont comparés entre eux pour certains de leurs constituants, en tenant compte autant que possible des constatations biologiques effectuées sur les souris.

Ce sont uniquement les premiers résultats des recherches chimiques que nous donnons ici.

Pour les études du comportement biologique de la souris que nous publions par ailleurs, disons seulement que nous n'avons trouvé jusqu'ici aucun effet toxique des aliments obtenus sur fumure exclusivement minérale dans les conditions de nos expériences. Par contre l'emploi unique du fumier de ferme comme fertilisant semble avoir une action défavorable sur la fécondité des animaux. Pour l'accroissement de poids des souris suivant l'origine parcellaire de leur alimentation, la question n'a pas encore été poussée assez loin et d'autres essais nécessaires sont actuellement poursuivis.

Il est bien évident que les premiers dosages entrepris dès 1954 sur des éléments ou des composés organiques typiques n'ont pu être orientés par l'expérimentation biologique qui ne peut donner de résultats valables qu'après plusieurs générations d'animaux.

Le travail de l'un de nous avec Ducet (4) a montré que les trois éléments majeurs dits « fertilisants » : Azote, Phosphore et Potassium du grain de blé et de la racine de betterave cultivés sur ces mêmes parcelles varient peu suivant la fumure employée. C'est pourquoi nous avons tout d'abord pensé aux oligo-éléments et en particulier au Fer et au Manganèse qui sont parmi les plus importants, puis au Calcium et au Magnésium, ces deux éléments majeurs jouant un grand rôle dans l'ossification soit directement soit par des processus enzymatiques.

A. — Dosages sur le blé

1° *Fer et Manganèse* (*) — Le fer a été dosé colorimétriquement selon la méthode de Blau (5) à l'ortho-phénanthroline qui forme avec Fe^{++} un ion complexe stable; nous avons suivi la technique décrite par Charlot et Gaughin (6).

Les analyses effectuées sur des échantillons de trois récoltes successives ont donné les résultats suivants (en mg de Fe pour 100 g de matière sèche) :

	NPK	SE	F
Récolte 1954	2,82	2,25	2,73
Récolte 1955	3,40	3,30	3,60
Récolte 1956	3,75	3,33	3,10

(*) Avec la collaboration technique de Mlle M. Pieprzownik.

Pour le manganèse, nous avons choisi la méthode de Marshall perfectionnée par G. Bertrand en suivant la technique décrite par Brunel (7) dans laquelle on transforme un sel manganeux en permanganate à l'aide du persulfate de potassium. Le permanganate ainsi formé est dosé par colorimétrie.

Les analyses effectuées sur les mêmes échantillons de blé que pour le fer conduisent aux résultats ci-dessous :

	NPK	SE	F
Récolte 1954	4,34	4,37	4,44
Récolte 1955	5,10	5,30	4,97
Récolte 1956	5,00	4,78	4,88

L'analyse statistique a montré que ces moyennes n'étaient pas significatives. De toutes façons, les différences toujours faibles constatées chaque année pour ces deux éléments, fer et manganèse, ne se confirment pas d'une récolte à l'autre.

2° *Calcium et Magnésium.* — Comme nous l'avons dit plus haut, le calcium participe à un grand nombre de processus enzymatiques, et est indispensable à l'ossification. Le magnésium joue un rôle important dans le transport de l'acide phosphorique au niveau du tissu osseux par l'intermédiaire des phosphatases.

Pour ces raisons, nous avons pensé à évaluer l'apport de ces deux éléments par le grain de blé dans l'alimentation de nos animaux.

Les dosages ont porté sur les récoltes de 1958 et 1959 (voir pour plus de détails le travail de l'un de nous) (8).

La somme calcium + magnésium a été déterminée sur la reprise acide des cendres au moyen de l'acide éthylène diamine tétracétique (EDTA) après élimination du fer et du manganèse par le diéthyldithiocarbamate de sodium. Le calcium a été dosé dans la même solution de cendres, par précipitation de l'ion Ca^{++} sous forme d'oxalate et titrage, après séparation, par manganimétrie.

L'analyse statistique a été appliquée aux résultats. Les écarts sur la moyenne indiqués sont calculés par le test de Student-Fischer à une quasi-certitude de 95 p. 100.

Teneurs en calcium du grain de blé (en mg de Ca pour 100 g de matière sèche) :

	NPK	SE	F
Récolte 1958	57,0 ± 2,8	56,6 ± 1,8	44,3 ± 2,6
Récolte 1959	63,8 ± 5,7	65,5 ± 3,6	55,0 ± 3,0

Les taux de calcium des blés NPK et SE ne présentent aucune différence significative pour ces deux récoltes; par contre le blé « fumier » contient nettement moins de calcium que les deux autres catégories : 21 p. 100 en 1958 et 15 p. 100 en 1959.

Teneurs en magnésium du grain de blé (en mg pour 100 g de matière sèche) :

	NPK		SE		F	
Récolte 1958	113,9	2,8	127,3	3,5	116,6	6,2
Récolte 1959	117,6	2,4	127,1	3,3	133,2	8,0

Les taux de magnésium du blé sont voisins dans les trois catégories. Les légères différences observées varient suivant l'année considérée.

La grosseur des grains variable avec la fumure nous a incités à étudier, d'une part, leur taux de cendres qui varie comme la proportion des enveloppes, d'autre part les rapports Ca cendres et Mg /cendres dans le grain de blé.

		Cendres % de matière sèche	Rapport Mg/cendres	Rapport Ca/cendres
NPK	1958	18,0	6,32	3,16
	1959	17,7	6,64	3,59
SE	1958	19,9	6,40	2,84
	1959	19,8	6,40	3,30
F	1958	17,9	6,51	2,46
	1959	19,4	6,84	2,88

Les conditions météorologiques très différentes des années 1958 et 1959 semblent responsables de la variation du taux de cendres du blé « fumier ». Le rapport Ca/cendres du blé NPK, toujours le plus élevé, est supérieur d'environ 25 p. 100 à celui du blé « fumier » et de 10 p. 100 à celui du blé SE. Le rapport Mg/cendres est pratiquement constant pour une même récolte.

En ce qui concerne les composés organiques nous avons choisi la vitamine B_2 (riboflavine) et la vitamine E (tocophérol).

3° *Vitamine* B_2. — L'importance biologique de la vitamine B_2 sur la croissance des animaux ainsi que sa participation indispensable à la formation de nombreux ferments nous a incités à doser ce composé dans nos trois catégories de blé.

Nous avons employé la méthode microbiologique, en choisissant comme souche *Lactobacillus casei*, suivant la technique décrite par Chevillard et ses collaborateurs (9).

Résultats exprimés en µg de riboflavine pour 100 grammes de matière sèche :

	NPK	SE	F
Récolte 1954	0,172	0,147	0,195
Récolte 1955	0,201	0,171	0,179

La méthode statistique n'a pas été appliquée à ces moyennes, les dosages étant trop peu nombreux, et les résultats variant suivant l'année.

4° *Tocophérols*. — Dès 1958, nous avons constaté une différence assez nette dans la fécondité de nos souris, suivant l'origine de leur nourriture.

Bien que les tocophérols n'agissent pas uniquement comme vitamines de reproduction, nous avons pensé qu'il était intéressant de les doser dans le grain de blé dont le germe est une des meilleures sources connues et de voir s'il y avait un rapport entre la teneur de celui-ci en vitamine E et la reproduction des animaux.

Les essais ont porté sur la récolte de 1958. Nous avons employé la méthode de l'un de nous avec P. Meunier (10).

Les dosages ont été effectués après saponification en présence de pyrogallol pour éviter toute altération du corps à doser et ont été appliqués au blé entier et aux germes séparés à la main.

Résultats exprimés en µg de tocophérols totaux par gramme de matière sèche (récolte 1958) :

	NPK	SE	F
Blé entier	74,1 ± 16,9	77,0 ± 18,6	81,0 ± 21,0
Germes (*)	53,0	51,0	53

B. — Dosages sur les carottes

Les carottes entrant pour une grande part dans l'alimentation des souris, nous avons cherché également à déterminer si le mode de fumure a une influence sur la composition des racines de ces végétaux. Peu de consti-

(*) Teneurs rapportées au blé entier.

tuants ont été dosés jusqu'ici. Les résultats sont encore moins comparables d'une année sur l'autre que pour le blé en raison de la conservation plus ou moins bonne des carottes et de la période où les dosages peuvent être effectués.

1° *Calcium et Magnésium* (*). — Comme pour le blé, le calcium a été dosé par précipitation sur la reprise acide des cendres, à l'état d'oxalate suivi d'un titrage permanganique.

Résultats pour le calcium exprimés en milligramme pour 100 grammes de matière sèche :

	NPK	SE	F
Récolte 1957.	779 ± 21,3	464 ± 16,9	505 ± 49,8
Récolte 1958.	462 ± 22,5	435 ± 13,3	506 ± 28,6

Les différences significatives constatées en 1957 ne se retrouvent pas l'année suivante. D'autres essais sont donc nécessaires.

Les teneurs en magnésium, obtenues comme pour le blé par la méthode au complexon III (EDTA) sont les suivantes (en mg pour 100 g de matière sèche) :

	NPK	SE	F
Récolte 1957.	367 ± 51,3	184 ± 15,2	206 ± 23,8
Récolte 1958.	120 ± 11,0	123 ± 15,5	130 ± 14,3

Ici encore, les résultats des deux années ne sont pas concordants et ne peuvent prêter à aucune interprétation avant de nouvelles recherches.

2° *Carotène.* Le carotène, important constituant de la carotte est la source naturelle de vitamine A pour notre élevage. Or, nous connaissons le rôle de cette dernière en ce qui concerne la croissance des jeunes, leur résistance aux maladies et leur fécondité; c'est pourquoi nous nous sommes attachés au dosage des carotènes et plus particulièrement à celui du β-carotène dont le pouvoir provitaminique est double de celui de l'α-carotène.

Les dosages ont été effectués sur des carottes de la récolte 1957 conservées environ six mois en silos, puis sur des carottes en cours de végétation (récolte 1958) et enfin sur ces mêmes carottes à maturité.

Avant tout s'est posé le problème de l'échantillonnage, la carotte ne présentant pas une répartition homogène de ses constituants. Sur les carottes prises autant que possible au hasard, nous avons appliqué la méthode des secteurs qui, avec un échantillon de l'ordre de 0,2 g donne une valeur correcte de la teneur moyenne en carotènes de la racine (11).

Les prélèvements sont ensuite extraits à l'éther de pétrole. On obtient ainsi les carotènes totaux que l'on évalue en mesurant l'intensité de la coloration jaune à l'électrophotomètre de Meunier. Cette solution est ensuite chromatographiée sur colonne de magnésium oxyde de « British Drug House Ltd ») où les carotènes sont retenus en bandes de couleurs différentes. En partant du haut de la colonne on trouve en trois zones superposées, bien séparées, le γ, le β et l'α carotène.

Après plusieurs essais d'élution par les mélanges classiques, nous avons obtenu une excellente séparation des trois carotènes par le passage sur la colonne d'un mélange d'éther de pétrole (95 % en volume) et d'éther sulfurique (5 % en volume). L'α-carotène est entraîné en premier, puis le β-carotène qui est recueilli pour le dosage. Le γ-carotène reste sur la colonne. La solution de β-carotène est contrôlée spectrographiquement au Beckman et dosée colorimétriquement à l'électrophotomètre de Meunier comme pour les carotènes totaux.

(*) Avec la collaboration technique de MM. Lavion et Le Carpentier.

Résultats pour les carotènes exprimés en µg par gramme de matière sèche :

	NPK	SE	F
Récolte 1957 (carottes conservées) :			
Carotènes totaux	943 ± 148	1 086 ± 230	1 164 ± 287
β-carotène	615 ± 112	743 ± 139	765 ± 218
Récolte 1958 (carottes en cours de végétation :			
Carotènes totaux	559 ± 36	586 ± 37	593 ± 37
β-carotène	346 ± 28	320 ± 27	341 ± 28
(carottes à maturité) :			
Carotènes totaux	873 ± 262	583 ± 68	765 ± 232
β-carotène	486 ± 94	402 ± 38	475 ± 162

Pour chaque série d'essais, aucune différence entre les trois catégories de carottes n'est significative d'après le test de Student-Fischer avec une quasi-certitude de 95 p. 100.

3° *Acides aminés* (*). — L'étude des amino-acides libres dans les carottes en fonction de la fumure n'en est encore qu'à son début. Les dosages effectués par la méthode de chromatographie sur papier n'ont porté que sur une seule récolte, celle de l'année 1959 et, de plus, cette récolte était en très mauvais état de conservation. Dix amino-acides ont pu être identifiés dans notre variété de carottes; l'acide glutamique, l'acide aspartique. la glutamine et l'arginine ont pu être dosés après élution des taches sur le papier.

Il semble que les catégories NPK et F soient plus riches en acide aspartique et en acide glutamique que la catégorie SE. Aucune différence significative n'a été trouvée pour l'arginine et la glutamine mais les teneurs en ces deux éléments sont toujours plus élevées dans la série NPK.

Ces essais vont être repris sur la récolte de cette année Nous nous proposons d'étudier également le rapport lysine-méthionine dont on connaît le rôle dans les phénomènes de reproduction.

* * *

En conclusion, nous n'avons donc pas trouvé jusqu'ici d'effet manifeste et constant des deux sortes de fumure sur les quelques composants choisis du grain de blé et de la racine de carottes, sauf pour la teneur en calcium du grain de blé mais nous avons vu ce qu'il fallait en penser. Les conditions météorologiques et divers facteurs liés à celles-ci, variables chaque année, semblent avoir beaucoup plus d'importance et nous pensons que pour pouvoir comparer des teneurs moyennes des éléments et des composés organiques envisagés ici, il faut encore procéder à de nombreuses analyses de récoltes.

De toute façon, la teneur en calcium du blé « fumier » plus faible deux années de suite que celle des deux autres catégories, ne peut expliquer les différences biologiques constatées sur nos souris dont le développement et la reproduction font l'objet, comme nous l'avons déjà indiqué, d'une publication différente.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Scheunert. — *Bulletin de renseignements du Service agricole du S.P.I.E.A.*, juin 1935.

(2) Schuphan. — Fumure minérale optimale et qualité de la Production des Plantes alimentaires. Association de l'Industrie de l'Azote, Dusseldorf, novembre 1958.

(*) Travail effectué en collaboration avec M. Clément.

(3) Guerillot (J.). — Extrait du rapport sur le Fonctionnement de l'Institut de la Recherche agronomique, 1935, 610.
(4) Guerillot (J.) et Ducet (G.). — Recherches sur la Fertilisation effectuées en 1943 par les Stations agronomiques, 1944, 24.
(5) Blau (F.). — *Monatsh*, 1898, **19**, 647.
(6) Charlot (G.) et Gaughin (R.). — Dosages colorimétriques. Principes et méthodes, 153.
(7) Brunel (A.). — Traité et Pratique de Chimie végétale, 424.
(8) Bazier (R.). — A paraître à l'Académie d'Agriculture.
(9) Chevillard (L.), Coudemine (R.), Guillot (G.), Marnay (Mlle C.) et Raoul (Y.). — *Ann. Nutr. et Alim.*, 1952, **6**, n° 2, 204.
(10) Vinet (Mlle) et Meunier (P.). — *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1941, **23**, 217.
(11) Booth (V. H.). — *J. of the Soc. of Chem. Industry*, 1945, **64**, 194.

COMITÉ SECRET

Présentation de titres de candidats à une place de Membre titulaire, deux places de Membres non résidants et quatre places de Correspondants nationaux.

Membre titulaire

— *Section des Cultures* (place de M. Barbier, passé sur sa demande à la Section des Sciences physico-chimiques).
La Section présente :
— en 1re ligne : M. Georges Grillot;
— en 2e ligne : M. Robert Mayer.

Membres non résidants

(Deux places créées par le Décret organique de 1956).

Place A. — La Commission académique présente :
— en 1re ligne : M. Désiré Leroux;
— en 2e ligne : M. Cerighelli.

Place B. — La Commission académique présente :
— en 1re ligne : M. Didier Bertrand;
— en 2e ligne : M. Duchauffour.

Correspondants nationaux

— *Section des Cultures* (place de M. Guicherd, décédé).
La Section présente :
— M. Seguela.

Place de M. de Guillebon, décédé.
La Section présente :
— M. Giuglaris.

— *Section de Sylviculture.*
Place de M. Courrégelongue, décédé.
La Section présente :
— M. du Vignau.

Place de M. Arnaudin, décédé.
La Section présente :
— M. Jacquiot.

Les élections auront lieu au cours de la prochaine séance.

SÉANCE DU 22 FÉVRIER 1961

Présidence de M. de VILMORIN

Aspects et Étapes de la Recherche agronomique en France (suite)

XXII. LA RECHERCHE AGRONOMIQUE A L'ÉCOLE DE PHARMACIE (Période 1848-1914)

M. le Pr R. Paris. — Dans la seconde moitié du XIXe siècle et au début du XXe siècle, bien que les botanistes de l'École de Pharmacie aient en partie orienté leurs travaux soit vers l'anatomie comparée (Chatin), la morphologie, l'histologie (Guibourt, Trécul, Gustave Planchon) ou l'embryologie (Guignard), soit vers l'isolement de nouveaux constituants chimiques, la recherche agronomique n'a cependant pas été négligée et s'est exercée dans des domaines très divers.

Bien préparés par leur formation de chimiste, les pharmaciens se sont occupés avec succès des engrais et de chimie agricole. J. E. Meunier (1825-1881) montre que la pulvérisation des engrais multiplie les surfaces, favorise la dissolution et par suite augmente la fertilité des terres. Henri Joulie (1834-1915), agronome célèbre par ses études sur les prairies, publie en 1876 un guide très documenté sur l'emploi des divers engrais et sur leur utilisation dans diverses cultures (céréales, betterave à sucre, vigne), tandis que A. P. Andouard (1839-1914) s'occupe plus particulièrement des phosphates. Plus près de nous, en 1904, Émile Perrot (1867-1950) après une étude de la composition chimique des tourteaux envisage leur emploi comme engrais azoté.

L'analyse des sols fait également l'objet de recherches approfondies notamment de la part de Louis Grandeau (1834-1910) fondateur des Annales de la Science agronomique, de Georges Ville (1824-1887) de formation pharmaceutique, qui devait terminer sa carrière comme Professeur de Physique végétale au Muséum, d'Andouard bien connu pour ses travaux de chimie agricole sur l'analyse des engrais.

D'un autre côté, la culture des plantes médicinales ou alimentaires, leur amélioration ont fait l'objet de nombreux travaux de la part des élèves de l'École de Pharmacie.

En ce qui concerne la viticulture et le phylloxera, il faut citer Jules-Émile Planchon (1823-1888), frère aîné de Gustave Planchon (1833-1900), directeur de l'École de Pharmacie. Issu d'une famille de vignerons, J.-E. Planchon s'intéressa de bonne heure à la botanique; il faisait partie en 1869 de la commission qui découvrit le parasite des racines de la vigne; Planchon reconnut qu'on était en présence d'un insecte de l'ordre des Aphidiens. Quelques années plus tard, chargé de mission en Amérique du Nord, il rapporta de ce pays des ceps résistants au phylloxera. Par la suite, d'autres pharmaciens tels que F. Crolas (1841-1903), Hector Aubergier (1809-1884), A. P. Andouard (1839-1914) organisèrent la lutte contre ce redoutable parasite.

Dans le domaine des plantes alimentaires, des pharmaciens se sont intéressés à la culture et à l'amélioration de la betterave à sucre (A. H. Leplay) du sorgho saccharifère et du topinambour (H. Joulie), de la pomme de terre (Louis Planchon, fils de Jules-Émile déjà cité à propos du phylloxera), des céréales (H. Joulie). Mais l'École de Pharmacie s'est surtout occupée de l'acclimatation de plantes exotiques ayant un intérêt

thérapeutique, alimentaire ou économique (textiles, oléagineux). Nous ne retiendrons que les remarquables recherches effectuées sur les quinquinas par Gustave Planchon (1833-1900), puis par A. P. Delondre (1790-1869), sur les pavots à opium par Aubergier, et enfin sur le cacaoyer. La culture de cette plante fut d'abord examinée par Jean-Antoine Menier (1795-1833) connu sous le nom de Menier père, celui-là même qui avait mis au point un nouveau procédé de fabrication du chocolat; son fils Justin-Émile Menier (1825-1881) développa l'œuvre paternelle : en particulier il créa au Nicaragua des plantations de cacaoyer pour alimenter une usine pharmaceutique à Saint-Denis et la Chocolaterie de Noisiel. Plus récemment mon prédécesseur à la Faculté de Pharmacie, le Pr Emile Perrot, en dehors de ses recherches sur les caféiers et les kolatiers, apporte en 1912 une contribution importante aux conditions de culture du cacaoyer en Afrique et son guide du planteur est resté longtemps classique. Enfin en dehors du phylloxera, il ne faut pas oublier le rôle important joué par l'École de Pharmacie dans la lutte contre les ennemis des cultures : Lazare Garreau (1812-1892) s'occupe des moyens de détruire les insectes nuisibles aux céréales et, à partir de 1912, Émile Perrot donne un nouvel essor à la thérapeutique des végétaux ou phytopharmacie.

Dans ce court exposé, je n'ai pu que citer quelques exemples et donner un aperçu du rôle joué par l'École de Pharmacie dans la Recherche agronomique entre 1848 et 1914; j'espère néanmoins avoir montré que dans ce domaine cet établissement a exercé une influence non négligeable et que des acquisitions importantes ont été apportées par des pharmaciens.

M. Émile André. — Je remercie beaucoup M. le Pr Paris d'avoir rappelé les services rendus par l'École supérieure de Pharmacie dans la recherche botanique. Je tiens à rappeler que notre Faculté a un enseignement double. Elle donne des naturalistes qui ne sont pas ignorants de la Chimie et elle donne des chimistes qui ne sont pas ignorants de l'Histoire naturelle et de la Botanique.

En dehors des Facultés d'enseignement pharmaceutique, il n'y a pas en France d'autres établissements qui donnent cette formation aux jeunes gens qu'ils forment.

Et puisque notre Confrère M. Paris nous a parlé des progrès réalisés dans la discipline botanique, qu'il me soit permis de signaler, en passant, que la première chaire de Chimie organique qui a été créée en France, l'a été à l'École supérieure de Pharmacie. Elle l'a été sur la proposition de J.-B. Dumas qui, bien qu'étant pharmacien n'appartenait pas à l'École supérieure de Pharmacie. C'est lui qui proposa au Ministre de l'Instruction publique de créer une chaire de Chimie organique dont le premier titulaire fut Marcelin Berthelot.

Marcelin Berthelot avait commencé par faire ses études de médecine; il faisait en même temps la préparation de la licence et du doctorat ès sciences. Bien vite il lâcha la médecine, au grand dam de son père qui voulait qu'il soit médecin de quartier comme lui-même. Il entra à l'École supérieure de Pharmacie, conquit son diplôme de pharmacien et présenta, à cette occasion, une thèse qui portait sur les matières sucrées. Il a indiqué, le premier, que la mannite est un alcool hexatomique et son travail peut être considéré comme l'acte de naissance de la Chimie des glucides.

Vous savez quel rôle important a joué Berthelot dans le développement de la Chimie agricole. Il a été le créateur du champ d'expériences de botanique et de chimie appliquées à l'agriculture qui existe encore à Bellevue-Meudon et qui est rattaché au Collège de France.

Qu'il me soit permis de rappeler aussi le souvenir de Léon Guignard qui fut un grand botaniste. Les étudiants de ma génération ont eu pour lui une véritable vénération. Nous aimions le botaniste et cela nous faisait aimer la Botanique. Je dois dire que j'ai eu, à un moment donné, le désir de quitter la Chimie pour la Botanique; mais Léon Guignard m'en dissuada en me disant : « Si vous vous faites botaniste vous tirerez le

diable par la queue toute votre vie. Continuez à faire de la Chimie, il y a beaucoup plus de débouchés pour un jeune dans cette direction. »

Je me permets de vous donner ces considérations qui sont un peu décousues, je m'en excuse, mais j'ai tenu à affirmer la foi que j'ai dans l'utilité des Facultés de Pharmacie pour enseigner aux étudiants l'Histoire naturelle et la Chimie.

Aujourd'hui, les chimistes sont formés différemment. Bien souvent, lorsqu'ils entrent dans des usines où ils ont à travailler des substances végétales, ils sont vis-à-vis de certaines notions d'Histoire naturelle élémentaires d'une ignorance qui, véritablement, est à déplorer. S'ils ne connaissent à peu près rien de la Botanique, il ne faut pas leur en faire reproche. L'enseignement qui leur est donné n'a pas prévu cela et les physiciens se disent : Nous n'avons pas encore assez de temps pour les instruire dans la physicochimie.

Messieurs, je termine en répétant que si l'on veut avoir affaire à des chimistes qui connaissent l'Histoire naturelle, c'est dans les Facultés de Pharmacie qu'il faut aller les chercher.

XXIII. PASTEUR ET LA RECHERCHE VÉTÉRINAIRE (1848-1914)

M. C. Bressou. — L'œuvre médicale de Pasteur se rapporte presque toute entière aux maladies animales; elle n'en a pas moins bouleversé la médecine et la chirurgie de l'homme et étendu ses conséquences à toute la biologie.

En 1863, les études sur le vin, conduites à la lumière des principes de la dissymétrie moléculaire, aboutissent à la conception de la nature vivante des ferments et préfacent les géniales incursions dans le domaine de la pathologie qui vont suivre.

Quelques années après, en effet, en 1866, Pasteur, sur les instances de J.-B. Dumas, s'attaque aux maladies des vers à soie, la pébrine et la flâcherie; il démontre que des germes vivants sont les causes de l'une et de l'autre de ces affections, établit leur mode de reproduction, de conservation et en déduit les règles efficaces de lutte et de prophylaxie, là par la méthode du « grainage » et ici par la désinfection.

Ces recherches ont en fait une portée bien plus générale : elles établissent les mécanismes de la contagion dans les maladies virulentes, les divers modes de pénétration des germes dans l'organisme animal, le rôle des spores dans la réapparition des épidémies, l'influence de l'état général, de la réceptivité, de l'hérédité, du terrain... Elles constituent la meilleure préface à la connaissance des maladies microbiennes et donnent des assises désormais solides à la pathologie des infections.

Pasteur a abordé ensuite, vers 1877, l'étude du charbon, avec la collaboration de Chamberland et de E. Roux. Les causes de cette maladie meurtrière avaient certes été entrevues par divers auteurs, par Davaine, par Delafond d'Alfort notamment; on savait que la maladie est inoculable à l'homme, que le sang des cadavres est toujours virulent, qu'il contient de petits bâtonnets dont on cherchait à obtenir le développement par culture et que l'on supposait être la cause du mal. Pasteur entreprend, suivant sa méthode rigoureuse, l'étude du charbon et démontre qu'il est bien dû à la bactérie et à sa forme de conservation, la spore. Dès lors, tout s'éclaire dans le mystère de l'étiologie du charbon, de sa longue conservation dans le sol, de la nature des « champs maudits », de l'inoculation par ingestion ou par blessure cutanée dans la « pustule maligne » et s'établissent les principes à observer en agriculture et dans l'industrie pour se protéger.

Les circonstances allaient du reste servir cette étude. En même temps que ces recherches sur le charbon, Pasteur en poursuivait d'autres sur une maladie redoutable des volailles, le choléra. Il trouva dans le sang des malades un microbe très différent certes de celui du charbon, mais qu'il

cultivait suivant ses procédés identiques. Presque accidentellement il constate que l'inoculation de vieilles cultures ne tue pas les oiseaux inoculés mais que ces animaux deviennent réfractaires à la maladie. Le principe de la vaccination est trouvé.

Alors, l'atténuation du virus charbonneux et sa transformation en vaccin ne tardent pas à être obtenues et l'expérience désormais célèbre de Pouilly-le-Fort divulgue brillamment les résultats féconds de cette nouvelle découverte.

Elle est bientôt suivie de celle de la vaccination contre le rouget du Porc dont l'agent est mis en évidence, cultivé et atténué, de recherches sur la péripneumonie des bovins, de la fièvre puerpérale, des infections purulentes...

Mais de toutes les découvertes de Pasteur, celle qui lui a mérité le plus d'admiration et soulevé le plus d'enthousiasme populaire est celle du traitement de la rage. Là encore, il avait eu des précurseurs et Galtier, de l'École vétérinaire de Lyon, était parvenu à vacciner les ovins contre cette terrible maladie. Il étudie la rage chez le chien; il montre que le virus rabique, bien qu'invisible et incultivable, siège dans les centres nerveux, qu'il est inoculable, qu'il est atténué par la dessiccation et que l'on peut arriver par des inoculations progressives de moelle rabique de moins en moins atténuées à immuniser un animal. On sait dans quelles conditions dramatiques, avec le concours de Vulpian et de Grancher, la méthode fut étendue à l'homme et quel enthousiasme elle déchaîna. Ce fut une apothéose.

Mais ce ne sont pas seulement les résultats des recherches de Pasteur qu'il faut évoquer pour apprécier la grandeur de cette œuvre géniale, ce sont les vocations qu'elles ont suscitées, les recherches nouvelles et les découvertes qu'elles ont engendrées.

Pasteur a trouvé chez les vétérinaires un appui qu'il ne devait rencontrer que beaucoup plus tard chez les médecins. H. Bouley est l'apôtre éloquent et généreux de la doctrine nouvelle, Chauveau de Lyon et Toussaint de Toulouse, des émules ardents, des praticiens comme Boutet, Rossignol, Vinsot lui apportent une collaboration dévouée, Nocard d'Alfort est le disciple fervent et enthousiaste qui entraîne à sa suite une longue phalange de chercheurs comme Arloing, Cornevin, Mollereau, Leclainche, Vallée, Lucet, Carré, Guérin, Basset..., dont les noms sont associés à des découvertes qui se succèdent à un rythme inconnu jusqu'alors, tant sont nombreux les agents infectieux que l'on isole et les moyens nouveaux que l'on trouve pour les combattre.

Les procédés primitifs de la vaccination pastorienne, étendus à une série de maladies nouvelles ont été améliorés et complétés. E. Roux, aidé de Nocard, travaillant sur la diphtérie, montre le pouvoir immunisant des toxines microbiennes d'où découle la découverte des sérums immunisant: la sérothérapie est alors largement utilisée. Ces sérums spécifiques, diversement associés à des virus, permettent une nouvelle méthode d'immunisation : la séro-vaccination. Enfin, plus près de nous, la découverte des anatoxines par G. Ramon rénove la thérapeutique des maladies infectieuses et lui apporte de multiples et très sûres applications. La chimiothérapie elle-même apparaît comme un aspect particulier de la microbiologie.

Les méthodes du diagnostic qui découlent des doctrines pastoriennes ne sont pas moins précieuses. En dehors de l'analyse bactériologique issue directement des nouvelles techniques, les réactions organiques *in vivo* appliquées à certaines maladies comme la tuberculose avec la tuberculine, la morve avec la malléine, sont d'un puissant intérêt. Les réactions sérologiques *in vitro* avec la séro-précipitation, la floculation, les déviations du complément se révèlent d'une sensibilité et d'une fidélité parfaites.

La chirurgie et l'obstétrique vétérinaires se prêtent difficilement aux méthodes rigoureuses de l'asepsie mises en honneur chez l'homme par Terrillon et surtout Terrier (ancien élève d'Alfort) mais elles utilisent lar-

gement les techniques de l'antisepsie de Lister dans les actes de la pratique courante et ces techniques, issues directement des théories pastoriennes, ont bouleversé la gynécologie et la chirurgie vétérinaires.

Enfin, la médecine vétérinaire a été transformée par la doctrine nouvelle; l'importance des prescriptions hygiéniques, les interventions de la police sanitaire, les règles de la prophylaxie et les conceptions de la médecine préventive si en honneur aujourd'hui résultent toutes des découvertes de Pasteur.

Les échos de ces travaux retentirent souvent dans cette enceinte où ils firent l'objet de communications et de discussions de la part de Pasteur lui-même, et de bien d'autres confrères; l'on se souvient de la controverse qui opposa, au lendemain de la première guerre mondiale, E. Roux et Moussu à propos de la tuberculose bovine. Par là, la portée de l'œuvre de Pasteur, en instaurant les principes de l'hygiène préventive, s'est étendue à un domaine nouveau puisque ce n'est pas seulement la médecine vétérinaire qui en a été influencée, mais les conditions de l'élevage qui ont été profondément transformées.

LES ÉCOLES SUPÉRIEURES D'AGRICULTURE EN TANT QUE CENTRES DE RECHERCHE DE 1848 A 1914

M. Blais. — Traiter des Écoles supérieures d'Agriculture pendant la période 1848-1914 en tant que centres de recherche constitue un sujet immense qui exigerait un minutieux recensement et qui devrait s'inscrire sur une double toile de fond, celle du développement général des sciences, celle du développement de l'agriculture, des industries qui en dérivent et de la politique agricole. On serait sans doute conduit à établir dans cette longue période des subdivisions, à détecter des lignes de force se relayant non sans se chevaucher. A défaut de pouvoir présenter une étude aussi complète, on nous permettra de mettre en valeur dans chacune des grandes disciplines agronomiques un certain nombre de personnalités enseignantes dont le rôle en matière de recherche a été décisif.

Ce mode de présentation trouve d'ailleurs une autre justification : il est en rapport étroit avec l'aspect même de la recherche dans tous les domaines jusqu'à une date récente, aspect caractérisé par le travail individuel, alors qu'aujourd'hui le travail en équipe est devenu en règle générale une nécessité, compte tenu de la bibliographie à dépouiller, des moyens matériels souvent considérables à mettre en œuvre et des techniques multiples à associer.

En ce temps-là, le laboratoire d'une Curie pouvait ressembler, suivant une expression du chimiste allemand Ostwald, rapportée par Kourganoff dans son livre *La Recherche scientifique*, « à un croisement entre une écurie et une cave à charbon ». Et quels moyens avait donc Gustave André, professeur de Chimie agricole à l'Institut national agronomique? C'était en 1910, le Directeur Regnard, soucieux de donner à ses collaborateurs des laboratoires et des moyens de travail, invita le rapporteur du budget de l'agriculture et lui fit visiter la modeste installation d'André : « Présentez-nous maintenant, dit Regnard, votre préparateur. » André revêtit une blouse, saisit un ballon et répondit « Le voici ». « Et votre garçon? ». André s'éclipsa et revint avec un balai, disant « Le voilà ». Notons au passage que le procès était gagné et Regnard put construire de 1912 à 1914 de nouveaux bâtiments sur la rue Claude-Bernard.

Esquissons au préalable pour la période considérée un tableau des établissements d'enseignement agricole.

L'Institut national agronomique créé à Versailles en 1848, supprimé en 1852, est rétabli à Paris en 1876. L'École nationale de Montpellier, issue d'une ferme-école de l'Ain, la Saulsaie, est créée en 1872. Celle de Rennes, issue de la ferme-école de Grandjouan en 1896. L'Institut agricole

de Maison Carrée est créé en 1901, trois ans après l'École coloniale d'Agriculture de Tunis.

L'École nationale d'Horticulture de Versailles est fondée en 1873, celle des Industries agricoles et alimentaires en 1893. Quant à l'École de Grignon, la doyenne, elle a fait l'objet d'une étude distincte dans un autre chapitre de ce livre.

Les Instituts agricoles de Toulouse et de Nancy sont créés près des Facultés des Sciences de ces deux villes au début du XX^e siècle.

Les Frères de la Doctrine chrétienne fondent des 1854 l'Institut agricole de Beauvais, les Pères de la Compagnie de Jésus l'École d'Agriculture d'Angers en 1898, ultérieurement celle de Purpan-Toulouse.

En réalité seul l'Institut national agronomique a été fondé avec la vocation précise d'un authentique établissement d'enseignement supérieur donnant la toute première place à l'étude des sciences dans leur rapport avec l'agriculture, et nul ne saurait être surpris que pendant la période étudiée qui se place avant le développement de l'Institut national de la Recherche agronomique, l'École de la rue Claude-Bernard ait tenu, en ce qui concerne la recherche proprement dite, une place hors de pair.

Mais il convient de noter que les autres établissements situés en province, encore qu'ils n'aient pas tous été fondés au niveau supérieur, le sont progressivement devenus sous la pression des circonstances et des besoins. C'est là une de ces évolutions qu'il nous faut souligner ici et dont on doit se féliciter hautement quand on regarde l'agriculture française et sa diversité, et que l'on compare nos structures scolaires avec celles des pays étrangers beaucoup plus décentralisées.

Abordons notre sujet par la *Chimie agricole* dont les pionniers Boussingault et Schlœsing, objet d'une étude distincte de notre Confrère Lavollay tout en travaillant au Conservatoire des Arts et Métiers professèrent à l'Institut agronomique. S'inscrivent après eux de grands noms : Achille Müntz (1846-1917), Gustave André (1856-1927). Au premier, qui fut Directeur des laboratoires de chimie de l'I.N.A. après son Maître Boussingault, on doit des travaux demeurés classiques, sur la nitrification avec Schlœsing, l'épuration des eaux, la teneur en CO_2 de l'atmosphère, le métabolisme des graines dans leur formation et leur germination. En collaboration avec son collègue A. Ch. Girard (1858-1930), professeur de Chimie analytique, il étudia les fumiers et les engrais, la fertilisation du tabac, la digestibilité des aliments du bétail, les résidus de féculerie polluant les cours d'eau. A. Ch. Girard fut le technicien qui aida Tisserand, directeur de l'I.N.A. avant d'être Directeur général de l'Agriculture, à rédiger la loi du 1^er août 1905 sur la répression des fraudes, loi qui ne peut se concevoir qu'au terme de multiples démarches scientifiques.

On peut assurer qu'ayant touché avec un égal bonheur aux branches les plus variées de la Chimie agricole Müntz, par son œuvre personnelle et par les élèves qu'il forma, domine la période allant de 1880 à 1914. Dans le même temps Dehérain (1830-1902), professeur au Muséum et à Grignon fut aussi un savant de la fertilisation et un agronome complet. Il créa en 1875 le champ d'expériences de la Station agronomique de Grignon, actuellement le plus ancien d'Europe continentale. Il eut aussi le mérite de fonder avec Grandeau les Annales agronomiques. Gustave André (1856-1927), qui fut disciple de Berthelot, effectua d'importantes recherches en biochimie : germination de graines, développement de bulbes, de bourgeons, mais porta aussi son effort sur les éléments minéraux du sol, les sels ammoniacaux et la constitution de matières humiques.

Après le complexe sol et la plante étudiée dans sa physiologie on s'arrêtera un instant à la *Bioclimatologie*, panneau essentiel du triptyque que constitue l'écologie : facteurs édaphiques, climatiques et biotiques. Rappelons que l'Institut agronomique de Versailles avait comme professeur Edmond Becquerel, fils d'Antoine, père d'Henry, d'une lignée exceptionnelle qui a tant honoré le Muséum. Une mention très honorable

doit être faite ici des travaux de Houdaille, professeur à Montpellier de 1886 à 1902.

L'*Agriculture* de cette période est dominée par la grande figure d'Émile Schribaux (1857-1951). Élève de la première promotion de l'I.N.A., puis professeur à l'École, on peut le considérer comme le père de la phytotechnique. C'est dans les mécanismes physiologiques qu'il s'est efforcé de découvrir les possibilités d'amélioration de la production agricole. A plusieurs reprises il a affirmé vouloir redonner à l'étude de la machine végétale une importance égale à celle qu'avait acquise l'étude du milieu. Aussi à côté d'un enseignement remarquablement équilibré a-t-il consacré ses recherches personnelles à l'étude de la qualité des semences, d'où la création de la Station d'essais de semences en 1884, et à la biologie des plantes adventices. Mais bientôt il abordait l'amélioration des plantes, mobilisant les données nouvelles de la génétique et demandant davantage à l'hybridation qu'à la sélection. Il a essayé d'associer les qualités de production, de résistance, de rusticité, essayant un certain nombre de combinaisons dont certaines se sont révélées particulièrement heureuses. Il a été l'obtenteur en particulier du Florence Aurore que notre Confrère Bœuf, de l'École de Tunis, a su ultérieurement multiplier. L'œuvre de Schribaux a eu les plus importantes répercussions en France et à l'étranger.

Quant aux travaux de F. Bœuf, chargé d'enseigner la Botanique à Tunis dès la création de l'École, ils furent d'abord ceux d'un pionnier dans maints domaines inexplorés avant de se fixer sur la génétique. Bœuf créa en 1913 un important foyer de recherches qui est devenu le Service botanique de Tunisie. A Maison-Carrée, Ducellier à partir de1907 sut tirer par sélection d'utiles lignées de blés durs et tendres et d'avoine rouge. En 1911, Lucien Brétignières, nommé à Grignon, anima pendant près de trente ans le Centre national d'Expérimentation agricole où il poursuivit des études techniques et économiques, collaborant grandement à la recherche dans la période qui suit celle qui fait l'objet de ce rapport. Quant à l'Institut de Beauvais il avait su créer en son sein dès 1873, avec l'appui du département et de l'État, la Station agronomique de l'Oise qui fut un centre fécond de recherches sur les espèces de grande culture, notamment sur les pommes de terre et c'est à juste titre qu'une variété portant le nom de l'École a fait à partir de 1884 une belle carrière.

L'importance de la viticulture, les problèmes posés à la suite de l'invasion phylloxérique ont conduit les professeurs de l'École de Montpellier à donner à l'étude de la vigne une importance considérable, en sorte que l'École s'est acquis une réputation internationale en ce domaine. Compte tenu de l'étude publiée par ailleurs dans ce recueil par M. Trinquet, il nous suffira de rappeler ici, après celui de Viala qui honora aussi l'Institut agronomique, les noms de Foëx, de Ravaz, de Lagatu.

Notre Confrère M. Marcenac a traité de la recherche dans les Écoles vétérinaires. Quelle fut alors la contribution des Écoles supérieures d'Agriculture à la *Zootechnie*.

Dès 1850, Baudement, dans le premier Institut agronomique de Versailles fit des expériences sur l'alimentation des chevaux. Dans le nouvel Institut, André Sanson (1826-1902), vétérinaire militaire qui fut aussi professeur à Grignon, sut appliquer aux différentes races les principes nouveaux de la morphologie craniologique et jeter ainsi les bases de l'ethnologie des animaux domestiques. Sous son impulsion l'ensemble des sciences zootechniques, grâce à la méthode expérimentale, fit de gros progrès; ses recherches portèrent principalement sur la toison du mérinos précoce, la valeur des animaux comme producteurs de viande, la respiration, la calorification et le travail musculaire.

Alfred Mallèvre (1866-1916) orienté vers la Chimie biologique fut chargé en 1892 de la direction des laboratoires de zootechnie de l'I.N.A. créés dans la ferme d'application de Joinville-le-Pont. Il remplaça Sanson en 1897. Ses recherches portèrent principalement sur l'alimentation

rationnelle à la suite des travaux de l'Allemand Kellner. Le successeur de Sanson à Grignon, Paul Dechambre, professeur aussi à Alfort, s'appliqua à caractériser les races, et c'est à Grignon que Dutertre, directeur de l'École, recueillit le célèbre troupeau de Dishley-mérinos, créé à Alfort en 1834 par Auguste Yvart. En Algérie Trouette exerce ses efforts vers la sélection de races locales, et s'attacha au problème de l'utilisation des ressources fourragères. Et si la sériciculture est une branche de la zootechnie, il est juste d'honorer les directeurs de la Station séricicole de Montpellier créée dès 1873, notamment Maillot et Lambert qui surent dans leurs recherches prolonger l'enseignement de Pasteur sur les vers à soie.

Nous ne pouvons en finir avec l'agriculture proprement dite et ses deux grands volets, phytotechnie et zootechnie, sans évoquer les œuvres de synthèse qui furent aussi œuvres de recherche, celle de Risler et celle de son successeur à la Chaire d'*Agriculture comparée* de l'I.N.A., Henri Hitier. Mais l'œuvre scientifique de Risler a fait l'objet d'une étude spéciale de M. Gèze dans ce recueil. Et comment ne pas citer pour mémoire l'œuvre étonnante d'Edouard Lecouteux, mise en relief ailleurs par M. Chombard de Lauwe. A un moment où la *recherche économique* prend sa place de plus en plus dans les préoccupations des responsables de la recherche agronomique française il nous paraît nécessaire, au risque de faire double emploi, de l'intégrer dans la fresque que nous brossons, à cause même de l'actualité de sa pensée. Son principal mérite n'est-il pas d'avoir su remettre à sa place l'économie de l'entreprise agricole, parler de gestions des exploitations et non pas seulement de problèmes globaux comme son prédécesseur à l'I.N.A., Léonce de Lavergne. Enfin, et ce n'est pas sans doute un mince mérite, il fut relativement libre-échangiste à une époque où le protectionnisme était plus ou moins érigé en dogme.

Il n'est point d'agriculture sans application d'énergie, sans travail du sol, sans technique de récolte, de transport, de conditionnement, de conservation. Le *Machinisme agricole* sur lequel les agronomes se sont toujours penchés — songeons à Dombasle — a trouvé son Maître en Ringelman (1861-1931). Professeur à l'I.N.A. il a su donner à toute une génération le goût de la recherche technique basée sur des expériences précises faites sur le terrain et au laboratoire. On lui doit la création de la Station d'essai de machines qui a pris récemment à Antony l'essor que l'on sait.

Nous arrivons maintenant aux recherches sur lesquelles sont fondées la connaissance des *ennemis des cultures* et la technique de *défense des végétaux*.

Un nom domine la *Zoologie agricole*, celui de Paul Marchal (1862-1942) qui fit toute sa carrière à l'I.N.A. Marchal n'a jamais dissocié la recherche fondamentale de la recherche appliquée. Ses travaux sur les cycles de développement des Chermes, sur la biologie des Cécidomies et surtout sa découverte de la polyembryonie chez des Hyménoptères parasites demeurent classiques. Mais il saisit aussi toute l'importance de la lutte biologique de l'utilisation des insectes entomophages dans la défense des cultures. Nous lui devons l'introduction notamment d'Aphelinus mali, parasite du puceron lanigère. Marchal dirigea la Station entomologique de Paris à partir de 1910 station qui est devenue, transférée à Versailles, un important rameau de l'I.N.R.A. Il fut un vrai patron auprès de qui de nombreux chefs de file de l'entomologie agricole d'aujourd'hui ont été formés.

Avant de quitter la zoologie ne manquons pas d'évoquer le Dr Regnard (1850-1927), successeur de Risler à la tête de l'Institut agronomique, de 1901 à 1917. Il avait été élève de Paul Bert et fut un pionnier de la physiologie, notamment respiratoire, à tendance physique.

Quant à la *Pathologie végétale*, l'époque que nous étudions fut celle de ses premiers grands développements comme science appliquée autonome.

En France, le premier enseignement fut créé à l'Institut agronomique par Prillieux (1829-1915). En 1887, Prillieux installa la Station de Pathologie végétale qui fut ultérieurement transportée au sein de l'I.N.R.A.

L'activité de Prillieux fut complétée par celle de Delacroix (1858-1907) dont les ouvrages sur les maladies des plantes cultivées et sur celles des plantes des pays chauds ont été longtemps classiques. A côté d'eux, Ducomet à Rennes, Foëx à Montpellier ont su améliorer l'état sanitaire des principales cultures. C'est à Ducomet que l'on doit les études fondamentales sur la dégénérescence de la pomme de terre. Et comment ne pas citer encore Viala qui fut non seulement un ampélographe éminent, mais un pathologiste de grande classe.

Il nous reste pour terminer ce tableau au demeurant incomplet, à dire un mot du vaste secteur des *Industries agricoles*. La part de l'enseignement supérieur agricole y a été fort importante, qu'il s'agisse de l'œnologie avec Bouffard (1855-1916) et Ventre (1880-1939) professeurs à Montpellier, ou qu'il s'agisse des industries de fermentation prises dans leur diversité avec Kayser, successeur de Duclaux à la Chaire de Microbiologie de l'I.N.A. Les recherches de Kayser ont surtout porté sur les levures et sur la fermentation alcoolique et furent réalisées au Laboratoire de fermentation de l'I.N.A. dont la création avait été inspirée par Risler. Kayser prolongea ses travaux à la Station œnologique de Nîmes.

La figure de proue toutefois est celle de Léon Lindet (1857-1929), neveu d'Aimé Girard, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'I.N.A. On peut dire qu'il aborda tour à tour les problèmes sans nombre posés à la chimie par la technologie des produits agricoles : fermentation alcoolique, distillerie, saccharification de l'amidon, diastases, métabolisme des sucres dans les plantes, panification, caséine, fromagerie.

On a pu s'étonner de la diversité des industries étudiées par Lindet en certains points fondamentaux de leurs processus En réalité les industries en cause sont toutes transformatrices de matière organique et cela confère aux recherches de l'espèce une unité scientifique fondamentale. Il s'y ajoute aussi une unité dans les techniques mêmes, dans les appareillages qui font l'objet de ce que l'on désigne aujourd'hui sous le nom de génie chimique. Lindet, auteur d'un ouvrage intitulé « L'outillage de l'industrie chimique agricole et alimentaire » est sans doute un pionnier dans cette science appliquée.

***

Ainsi pendant la période 1848-1914, les établissements d'enseignement supérieur agricole, et en premier lieu l'Institut national agronomique, ont tenu, en matière de recherche une place exceptionnelle, disons plus modestement la place qu'ils se devaient de tenir, étant donné leur vocation même.

La recherche a été conduite par des hommes isolés dotés de faibles moyens mais rayonnant de foi, en contact étroit avec les autres chercheurs du Collège de France, du Muséum, de l'Institut Pasteur, du Conservatoire des Arts et Métiers, des Écoles vétérinaires, de l'Université.

Hommes isolés et cependant soutenus par une personnalité exceptionnelle, Eugène Tisserand (1830-1925). E. Tisserand appartenait à la première promotion (1850) de l'Institut agronomique de Versailles où il avait Prillieux comme condisciple et où il connut Risler, préparateur de chimie tout frais émoulu de Grignon. Il sort major, poursuit ses études au Muséum, au Collège de France, à la Sorbonne où les leçons de J.-B. Dumas l'enthousiasment. Il visite l'Angleterre, la Scandinavie, l'Allemagne; puis est attaché comme agronome à la Direction du Domaine de l'Empereur, organise le domaine de Solférino dans les Landes de Gascogne, des terres de marais près de Bayonne, des sols crayeux en Champagne. Il est appelé en Algérie, en Espagne. Inspecteur général de l'Agriculture en 1871 il mène campagne pour faire revivre l'Institut agronomique à Paris; obtient gain de cause en 1876 et est désigné pour le diriger. En 1879 il est nommé à la Direction de l'Agriculture, poste qu'il occupe, jusqu'en 1896, avant d'être appelé à la Cour des Comptes. Tisserand était un savant

complet comme le prouvent ses publications dont nous ne citerons que celles sur l'Économie rurale de l'Alsace (1869) et sur la Végétation dans les hautes latitudes (1875). Mais, et il nous appartient de le souligner ici, l'objectif qu'il poursuivit sans relâche fut le développement de l'enseignement agricole à tous les degrés et celui de la recherche scientifique. A côté de nombreuses créations d'établissements d'enseignement il multiplia les stations agronomiques et les stations d'essais spécialisés. A Eugène Tisserand, savant agronome, fonctionnaire éminent, moteur du développement de notre agriculture pendant plusieurs décennies doit aller, à l'occasion de cette rétrospective, l'hommage de notre admiration.

Faut-il maintenant déposer la plume? Nous satisfaire, nous, établissements d'enseignement, des exemples glorieux d'un passé à la fois si proche et si lointain? En vérité pour leur être fidèle il convient de regarder la situation en face.

La recherche agronomique a pris une importance considérable. Tisserand a vu lui-même la création de l'Institut national de la Recherche agronomique de Versailles sur l'une des anciennes fermes de l'Institut agronomique. Cet Institut, il en a présidé le Conseil presque jusqu'à ses derniers jours. La graine est devenue un grand arbre dont l'organisation est décrite plus loin par Jean Bustarret.

Que devient dès lors le rôle des établissements supérieurs au regard de la recherche? Ils ont deux missions, irremplaçables dans l'orchestre agrandi aux dimensions de la France et de nombreuses nations du monde pour lesquelles la France a une évidente vocation coopérative.

La première est de contribuer largement au recrutement et à la formation de ces êtres nouveaux que sont les chercheurs et dont le besoin va croissant. On se doit de noter au passage avec satisfaction que les écoles d'agronomie sont parmi les écoles d'ingénieurs celles qui orientent la fraction la plus élevée de leurs élèves, quelque 30 p. 100, à l'I.N.A. vers le métier de chercheur.

La seconde est de demeurer d'authentiques foyers de recherche, dont les objets peuvent s'intégrer dans les programmes nationaux, mais qui peuvent aussi se situer sur les bords de ceux-ci ou dans une région apparemment éloignée.

Ces deux missions, en réalité, n'en font qu'une et caractérisent l'enseignement supérieur. Nous pouvons dire que chez l'enseignant, l'état d'esprit de chercheur sous une forme en quelque sorte immanente est plus essentiel que l'objet même de la recherche, parce qu'il convient que la sensibilité de l'étudiant, au delà de l'assimilation par son intelligence des méthodes de travail, soit touchée par l'inexprimable vibration intérieure que ressent son maître qui cherche dans l'attente ou découvre dans la joie. Mais que l'on veuille bien se rassurer et croire que l'apport de l'enseignement supérieur agricole dans la grande œuvre de la recherche agronomique sera généralement utile et rentable, parfois même audacieux et gros de potentialités et de conséquences.

Par la volonté de servir et par le souci de collaboration les Corps enseignants se sentent les héritiers, en tout, de leurs aînés de la grande période que nous avons placée sous le signe d'Eugène Tisserand. Et s'ils sont plus exigeants sur les moyens, ils ont raison.

LA RECHERCHE AGRONOMIQUE OUTRE-MER

M. Rossin. — Les pays de la zone tropicale avaient, lorsque les Européens s'y installèrent, une économie exclusivement agricole et encore en grande partie de cueillette.

Il est bien évident qu'une telle économie et le contexte humain où elle se situait ne pouvait permettre, avec les moyens techniques encore limités dont on disposait jusqu'au XIX^e^ siècle inclus, qu'une évolution progressive.

Cette évolution se basait sur une amélioration des productions du sol qui dut très rapidement faire appel à la recherche et à l'expérimentation et celles-ci se développèrent parallèlement à l'évolution générale de ces pays. On peut, en schématisant, distinguer différentes phases de ce développement.

Il y eu d'abord une *période de prospection et d'inventaire* jusqu'à la fin du XIXe siècle qui fut réalisée par des explorations scientifiques et permit la constitution des premiers « jardins botaniques » grâce notamment à l'appui du Muséum national d'Histoire naturelle.

Vint ensuite une *période d'installation et d'organisation* au début du XXe siècle jusqu'à la première guerre mondiale, liée à une politique de marché de traite et orientée surtout en fonction des besoins ou des crises de ce marché.

Entre les deux guerres se situe une *période de développement,* où la recherche appliquée devient plus systématique, visant à la découverte et à l'exploitation de toutes les possibilités offertes par les sols, les climats et la situation économico-géographique des différents pays.

De nombreux laboratoires, stations et centres de recherches sont ainsi créés ou développés qui ont un champ d'action plus ou moins spécialisé par région ou par production.

Enfin, pendant et surtout après la seconde guerre mondiale se situe une *période de spécialisation* où les recherches sont menées essentiellement par groupes économiques de production (oléagineux, textiles, fruits, etc.) et passent du secteur administratif qui les avait totalement assumées jusqu'en 1939 à celui de secteurs para-administratifs spécialisés, mais avec le concours et le contrôle indispensables des Pouvoirs publics responsables de la politique générale et économique qui doit évidemment influencer et guider l'orientation des recherches.

Avant de clore ce très bref et beaucoup trop sommaire historique et d'examiner d'un peu plus près cette dernière phase, il convient de rendre hommage collectivement à tous les pionniers qui, dans des conditions matérielles très difficiles, avec toujours de très faibles moyens, et souvent en outre en butte à l'incompréhension, posèrent les premiers jalons et les premières pierres. On les oublie parfois, leur travail a cependant permis à leurs successeurs de gagner un temps précieux en partant de bases déjà solides.

C'est, semble-t-il, en partie le succès des premiers instituts créés en Extrême-Orient et en Indonésie (notamment pour le caoutchouc) qui entraîna la création des Instituts de Recherches. En fait, au point où en était encore la recherche agronomique, cette création se justifiait par diverses raisons :

La tâche des Organismes de Recherches à compétence générale était devenue très lourde. Obligés de faire face à de multiples demandes et besoins, les études se dispersaient sur des objets variés et ne pouvaient plus être menées avec la diligence nécessaire. La concentration des moyens par catégories limitées d'espèces végétales devenait donc indispensable.

La structure administrative rendait délicate la gestion des établissements qui s'étaient développés et multipliés, et en donnant aux Instituts un statut de droit privé on retrouvait une souplesse de gestion indispensable pour de telles activités, amenées à se documenter et s'approvisionner dans le monde entier.

L'intervention des représntants des professions intéressées depuis les producteurs jusqu'aux utilisateurs, en passant par le commerce et les transformations intermédiaires, devait permettre aux scientifiques et aux techniciens de la recherche de mieux définir les problèmes à résoudre.

C'est la loi du 6 décembre 1940 créant les groupements professionnels et toute une série de règlements complémentaires (notamment du 3 septembre 1942 sur les Organismes de Recherches institués dans le cadre des groupements professionnels coloniaux) qui ont donné l'essor à la nouvelle organisation de la recherche, préfigurée par l'Institut Français du Caout-

choue créé dès 1936 par les planteurs d'Indochine et complété en 1940 par l'Institut de Recherches sur le Caoutchouc en Indochine.

Très rapidement l'Institut de Recherches sur les Huiles et Oléagineux (I.R.H.O.), puis l'Institut des Fruits et Agrumes coloniaux (I.F.A.C.) se constituèrent ainsi.

L'ancienne Association cotonnière coloniale (A.C.C.) fondée en 1903 par l'industrie cotonnière, mais qui limitait son activité pour favoriser la production du coton, à la construction et à l'entretien d'usines d'égrenage et à l'octroi de subventions, se transformait en décembre 1941 en Union cotonnière de l'Empire français (U.C.E.F.), puis en 1946 en Institut de Recherches pour le coton et les textiles.

Un Institut de Recherches sur le Caoutchouc en Afrique (I.R.C.A.), créé en 1941, devait suspendre son activité en 1946, mais se reconstituait en juillet 1956.

L'Institut français du Café, du Cacao et autres plantes stimulantes (I.F.C.C.) se constituait à son tour fin 1957.

Enfin, il y a quelques mois l'Institut de Recherche d'Agronomie tropicale et des Cultures vivrières (I.R.A.T.) venait compléter l'organisation, achevant de couvrir l'ensemble des productions agricoles tropicales.

Entre temps en 1943 la création de l'Office de la Recherche scientifique Outre-Mer (O.R.S.O.M.) réalisait le même but dans le domaine de la recherche scientifique, amenée, bien entendu, à donner une importance particulière aux disciplines liées à l'agronomie : génétique, pédologie, phytopathologie et entomologie, phytogéographie, hydrologie notamment. En 1953 pour les mêmes motifs qui avaient amené la création des instituts, l'Office devenait Office de la Recherche scientifique et technique Outre-Mer (O.R.S.T.O.M.) et se voyait confier la partie des recherches agronomiques qui, à l'époque, n'était pas encore assurée par des Instituts (agronomie générale, cultures vivrières, café et cacao notamment) ainsi que le très important secteur de l'ensemble des recherches concernant l'étude du milieu, complétant ainsi l'activité traditionnelle du Muséum national d'Histoire naturelle.

Dans des conditions similaires étaient d'ailleurs créés également, par une loi du 8 juin 1948, l'Institut d'Élevage et de Médecine vétérinaire des pays tropicaux, établissement public constituant à la fois un Centre de recrutement et de formation du personnel, un Centre de recherches et d'études et un Centre de documentation pour les questions d'élevage, et, par un arrêté ministériel du 10 mai 1949, le Centre technique forestier tropical, société d'État jouant le même rôle pour les questions sylvicoles.

La complexité et l'évolution des structures politiques (notamment pour les anciens territoires sous tutelle), ont entraîné quelques difficultés pour l'adaptation et l'intégration des divers Organismes de Recherches préexistants dans cette nouvelle organisation, et quelques-uns ont conservé une certaine autonomie, tels les centres de recherches agronomiques de Bambey au Sénégal et de N'Kolbisson au Cameroun, l'Institut de Recherches agronomiques de Madagascar entre autres.

Par la force des choses cependant, et bien souvent aussi par contacts et relations personnels, une liaison s'est établie entre eux et les Instituts ou l'Office (O.R.S.O. M. puis O.R.S.T.O. M.) pour tout ou partie des travaux qu'ils poursuivaient dans le même domaine. Quel que soit le devenir juridique de ces centres (dont on trouvera une liste schématique en annexe) ils sont implantés sur le terrain et représentent un considérable outil de travail.

Faire un bilan des résultats ainsi obtenus, même sommaire, est impossible dans le cadre de cet exposé. Il est du moins permis d'assurer qu'il a répondu aux espoirs et l'essor des productions obtenu tant par l'amélioration des plantes (riz, coton, palmier à huile, parmi les plus spectaculaires) que par celle des techniques de culture (terres irriguées, fumure de l'arachide, de la banane, lutte contre les parasites), par l'introduction ou l'adaptation de nouvelles cultures (banane poyo et caoutchouc

sur la Côte d'Afrique, coton à Madagascar), ou de meilleurs moyens de conditionnement ou de transformation des produits (coton, café, palmier à huile), est probant. De même la connaissance des milieux naturels (sols notamment, climatologie en général, hydrologie) a fait des progrès considérables, donnant ainsi des bases solides à tout développement des recherches agronomiques appliquées à des productions données, grâce notamment aux activités et aux travaux du Muséum ou de l'O.R.S.T.O. M.

Il convient pour terminer de souligner combien l'organisation de la recherche telle qu'elle a été réalisée par les réformes intervenues au cours des vingt dernières années s'est révélée conforme aux nécessités nouvelles résultant des transformations politiques qui se sont précipitées dans le dernier lustre. La vocation universelle en quelque sorte et la souplesse de fonctionnement des instituts leur ont permis d'entamer des négociations qui ont déjà abouti dans certains cas, avec les Gouvernements des nouveaux États indépendants, même dans les cas les plus particuliers comme au Maroc ou en Guinée, et de poursuivre ainsi leur mission. De même le développement de la recherche agronomique de base, leur assure pour l'avenir de solides et irremplaçables fondations.

Ils ont donc gardé à la France un moyen particulièrement adapté et efficace de maintenir le rayonnement de sa culture et de sa science dans un domaine où le souci de faire face aux besoins les plus élémentaires et les plus impérieux d'une population en rapide accroissement démographique retient de plus en plus l'attention et pose des problèmes d'une ampleur et d'une gravité que des événements quotidiens maintiennent au premier plan de l'actualité.

Pour donner une idée approchée de l'effort consenti par la France au cours des dix années qui ont précédé l'accession à l'indépendance des territoires africains, rappelons simplement les quelques chiffres suivants :

a) Total des investissements effectués durant ce laps de temps par les divers organismes de recherche agronomique : plus de 10 milliards d'anciens francs.

b) Montant des budgets annuels de fonctionnement de ces divers organismes en 1960 : environ 5 milliards d'anciens francs fournis par le fonds d'aide et de coopération, auxquels s'ajoutent des contributions des États.

c) Nombre total de chercheurs et d'ingénieurs de recherche appliqués à ces tâches : environ 550 auxquels s'ajoutent près de 400 techniciens.

L'éloquence de ces chiffres se passe de tout commentaire. C'est la preuve de l'effort considérable, désintéressé et efficace, consenti par la France, et qui est de nature à donner des bases solides à l'essor souhaitable de l'économie de ces pays.

PRÉSENTATION DE PUBLICATIONS RELATIVES A LA CONSTRUCTION DES BATIMENTS RURAUX

M. Blais. — J'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie deux publications sur un même objet, la construction des bâtiments ruraux, que l'on pourrait considérer comme opposées et concurrentes et qui sont en réalité complémentaires.

Le premier document est un cahier de 106 pages de l'Office technique pour l'utilisation de l'acier que dirige avec tant de compétence M. Peissi, intitulé « L'acier à la ferme » : bâtiments, matériels d'installation.

Le chapitre consacré aux bâtiments traite des charpentes métalliques, des planchers, des hangars, appentis, serres, de la tôle galvanisée comme couverture et bardage. Le matériel d'installation se refère aux aménagements des étables, des porcheries, aux salles de traite, à des systèmes de manutention des fourrages, céréales, litières et fumier, aux silos à grain, aux clôtures, aux adductions d'eau, à l'irrigation et à l'as-

persion. Le document comporte d'excellentes illustrations et les bases de détermination, avec des exemples, de poutraisons et de travures.

Le second document est un numéro spécial de la *Revue du Bois* et de ses applications, publié avec l'appui de l'Association pour le développement des emplois du bois et avec le concours des grands organismes professionnels, intitulé Bois rural et tout entier consacré à l'utilisation du bois et de ses dérivés dans l'équipement rural. Des collaborations multiples fournies par des ingénieurs du Centre technique du bois, d'ingénieurs de l'A.P.E.P., de C.E.T.A., etc., traitent de l'emploi du bois en agriculture, des matériaux dérivés du bois qui ont pris une importance considérable depuis dix ans (panneaux de fibres, panneaux de particules, etc.), de charpentes agricoles, des silos à grains et à fourrages, des constructions légères, notamment en aviculture, des emballages, etc. Cette publication est aussi remarquablement illustrée.

Dans une préface à Bois rural nous avons félicité la *Revue du Bois*, que nous avons fondée avec notre Confrère M. Campredon et dirigée pendant plus de dix ans, de son effort de vulgarisation auprès du monde agricole, compte tenu des liens qui unissent la production ligneuse à l'agriculture.

Mais tous les matériaux doivent concourir à l'amélioration de l'habitat rural et au développement des équipements exigés par une agriculture moderne et c'est à bon droit que M. Govin, ingénieur en chef du Génie rural, chef de la Section technique de l'Habitat rural, professeur à l'Institut national agronomique, a apporté sa collaboration à ces deux remarquables cahiers.

Bénéficiant de la confiance des éditeurs, je suis heureux pour ma part, mes chers Confrères, de vous présenter d'un même geste l'acier et le bois au service de la terre.

Présentation d'ouvrage :

LE PROGRÈS SCIENTIFIQUE, LES UNIVERSITÉS ET LE GOUVERNEMENT FÉDÉRAL (1)

M. J. Dufrenoy. — Je crois devoir signaler à l'Académie cet Ouvrage qu'a bien voulu me faire parvenir le Dr Glenn T. Seaborg, de qui j'en avais sollicité un exemplaire alors qu'il était encore Chancelier de l'Université de Californie, à Berkeley, et qu'il m'a fait expédier par avion de Washington, où il a été appelé par le Président des États-Unis pour assumer la Direction de la Commission de l'Énergie atomique.

Le document envisage :

I. — Les problèmes concernant le progrès scientifique qu'on peut espérer promouvoir par la recherche fondamentale et par la formation de chercheurs.

II. — L'urgence du progrès scientifique, notamment quant aux interactions de la Science et de la Technologie, et compte tenu de la Rentabilité de la Recherche.

III. — L'interaction entre Enseignement scientifique, Science pure et Technologie.

IV. — Rôle du Gouvernement fédéral. Du point de vue historique, le rôle du Gouvernement fédéral a été de promouvoir les Recherches en Agriculture, notamment en dotant de vastes territoires les Collèges d'Agriculture (Land-grant Institution).

(1) Document émanant du Conseil scientifique auprès de la Présidence aux États-Unis (The White House, Washington D.C., 15 nov. 1960).

C'est au cours de la Deuxième Guerre mondiale que le Gouvernement fédéral a généralisé son intervention (par exemple au sujet de la production de la Pénicilline à échelle industrielle).

Présentation d'ouvrage :

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA DÉSINFECTION DES CHATAIGNES PAR TREMPAGE DANS L'EAU (1)

par **M. Claude Gudin**

M. J. Dufrenoy. — Sous un titre modeste, M. Cl. Gudin présente les résultats principaux de ses recherches effectuées dans les châtaigneraies de France continentale, et notamment de l'Ardèche.

Outre leur importance économique, reconnue par l'industrie qui dépend, notamment pour la fabrication de marrons glacés et pour celle des confitures de marrons, de « marrons » ou de « châtaignes » exempts d'attaques d'insectes et de pourritures, les résultats exposés et statistiquement analysés présentent un très grand intérêt scientifique du point de vue de la Physiologie générale.

M. Gudin a en effet étudié des interactions entre les tissus de l'amande de la châtaigne, aux divers stades de développement, et les larves d'insectes intervenant comme cause directe de destruction, mais surtout comme « vecteurs » de moisissures.

M. Gudin a pu étudier les modifications de ces interactions entre: « tissus de l'amande », une certaine larve d'insecte, et telle ou telle moisissure, en fonction de variations de conditions d'aération, de température...

Son intérêt s'est surtout porté vers l'étude critique de la technique dite de « trempage à l'Italienne ».

C'est à ce sujet que M. Gudin a fait ce qu'il paraît légitime de considérer comme une découverte sensationnelle et d'intérêt physiologique général, celle de la corrélation entre apparition de substances se manifestant par une fluorescence bleue sous lampe de Wood, et modification pathologique du métabolisme cellulaire.

Autant, d'ailleurs, par les perspectives de recherches qu'ouvre cette découverte, que par les applications techniques, dès à présent envisagées, le mémoire de M. Gudin nous paraît mériter d'être examiné par la Commission compétente de l'Académie.

Nous sommes très heureux de pouvoir présenter à l'Académie cette nouvelle manifestation de l'harmonieuse intégration de la recherche appliquée dans le cadre de la Physiologie générale et de la Pathologie comparée, telle qu'elle a pu être si fructueusement réalisée dans les Services que dirige M. Darpoux à la Station centrale de Pathologie végétale, à l'I.N.R.A.

(1) Thèse présentée au C.N.A.M., 10 février 1960

DYNAMIQUE DE LA NUTRITION PHOSPHATÉE DE LA BETTERAVE SUCRIÈRE
ÉTUDE DU PLACEMENT DES ENGRAIS AU MOYEN DU PHOSPHATE D'AMMONIAQUE MARQUÉ

par **P. Lecat**

(*Note présentée par* **M. Chouard**)

Bien des auteurs se sont penchés sur les problèmes d'expérimentation betteravière et en ont reconnu les difficultés particulières, tenant à la diversité des individus composant une population, même sélectionnée avec le plus grand soin; c'est l'inévitable conséquence du caractère dichogame et très fortement allogame de la plante. Les divers chiffres de la présente étude, obtenus à partir d'un nombre restreint d'individus, n'ont pas une valeur statistique certaine; nous croyons cependant qu'ils sont indicatifs des tendances fondamentales de cette culture et qu'à ce titre, ils intéresseront les praticiens. Ils ont été obtenus au cours de deux années d'études poursuivies tant au C.N.R.S. à Gif-sur-Yvette qu'à la Station d'Essais agronomiques privée de Jonville.

Ils sont le résultat d'environ deux mille dosages de phosphore marqué, effectués sur plus d'une centaine d'individus cultivés soit en pleine terre, soit en serre, dans des buses en grès vernissé de 30 centimètres de diamètre et de 60 centimètres de profondeur. Des cultures sur milieu liquide suivant la méthode mise au point à Tirlemont par MM. Lazar et de Roubaix (1) ont également été faites en vue d'étudier certains points que les cultures sur sol ne permettaient pas d'élucider, en particulier le temps nécessaire au phosphore mis à la disposition du système radiculaire pour parvenir aux diverses feuilles, la cinétique de cette migration et la destinée du phosphore marqué, une fois supprimée, la source active dans le milieu nutritif.

Tous les essais ont été faits sur betterave sucrière, variété Maribo P. polyploïde.

Absorption du phosphore, migration dans les feuilles

Ces mesures ont été faites sur des sujets âgés de 2 mois environ au moment des premières mesures et cultivés en serre sur milieu liquide depuis plus d'un mois. Les diverses activités, exprimées en coups par minute ont été ramenées à l'activité initiale et à 100 milligrammes de substance sèche. Cette activité initiale était pour la solution nutritive de 2 550 coups par minute par centimètre cube contenant 0,6 mg de phosphate d'ammoniaque à 53 p. 100 de P_2O_5.

Les feuilles sont numérotées en commençant par les feuilles extérieures les plus âgées et en finissant par les plus jeunes en cours de développement.

Les mesures suivantes ont été faites cinq heures, vingt-quatre heures, quarante-huit heures, six jours, dix jours après l'introduction de P_{32} dans le milieu nutritif.

(1) Aimablement communiquée par les auteurs, mais non publiée.

TABLEAU I

N° de la feuille	Activité de 100 mg sec de limbe foliaire au bout de :				
	5 heures	24 heures	48 heures	6 jours	10 jours
1.	147 c/m	1 310 c/m	2 000 c/m	6 480 c/m	6 810 c/m
2.	140	617	1 635	5 680	6 125
3.	432	1 682	3 658	9 140	9 520
4.	367	2 241	4 440	12 560	9 810
5.	234	4 250	4 980	17 000	18 200
6.	314	4 569		33 600	33 400

L'absorption et la migration du phosphore sont donc très rapides, mais il faut six jours pour que la plante fasse son plein à partir d'une nouvelle source de phosphore. En sol de cultures et dans les conditions naturelles, ce délai est très augmenté, ainsi que nous le verrons plus loin.

Rémanence du phosphore absorbé

Les racines ayant épuisé une source localisée de phosphore, que devient celui qu'elles ont absorbé jusque-là? Pour répondre à cette question, nous avons éliminé au bout de huit jours la solution nutritive active, puis, après plusieurs rinçages soignés des racines et des pots de cultures, nous avons remis une solution nutritive à base de phosphate inactif. Mêmes notations que pour le tableau I.

TABLEAU II

N° des feuilles	Activité de 100 mg sec de limbe foliaire au bout de :				
	0 heure	48 heures	6 jours	3 semaines	5 semaines
1	442 c/m	752 c/m	360 c/m	430 c/m	520 c/m
2	1 326	770	940	710	740
3	1 090	1 550	955	980	880
4	1 265	4 941	1 880	2 400	2 650
5	4 350	4 793	2 480	2 010	2 430
6	2 547	6 200	4 445	2 400	3 200
7	9 634	5 600	5 150	2 480	3 640
8	9 875		6 910	3 400	3 150
9	13 570		6 166	3 618	3 250
10			6 500	4 856	3 150
11			8 700		2 960
La racine . . .	5 260	7 350	8 750	4 220	2 150

Malgré les variations individuelles qui troublent l'interprétation de ces données, on peut cependant distinguer une baisse rapide et générale du phosphore marqué dans toutes les feuilles et surtout dans les tissus conducteurs de celles-ci, suivie d'une stabilité presque parfaite dans les feuilles les plus âgées, même après cinq semaines, tandis qu'il est remplacé

ou dilué par du phosphore inactif dans les feuilles les plus jeunes. Il faut noter que chez les sujets examinés trois et cinq semaines après le remplacement de P^{32} par P^{31} dans la solution nutritive, les jeunes feuilles développées pendant cette période sont cependant fortement radioactives, la racine constitue un réservoir dans lequel puise le système foliaire en formation ou développement. Il n'est donc pas possible d'apprécier autrement que par un changement de pente de la courbe d'accumulation du P^{32} dans les feuilles le moment où la source de cet élément viendrait à être tarie.

Allongement en profondeur de la racine

Du phosphate d'ammoniaque radioactif ayant été localisé à 10, 27 et 47 centimètres de la surface du sol dans des buses de grès vernissé fraichement remplies et dont la terre a été tassée à la main nous pouvons considérer d'après ce qui précède que l'apparition successive de la radioactivité dans l'ensemble des feuilles des sujets plantés dans ces trois buses, nous renseigne sur l'allongement en profondeur de la racine principale.

Les racines ont atteint 10 centimètres de profondeur un mois et demi environ après le semis et vingt-cinq jours après le repiquage.

Elles ont atteint 27 centimètres de profondeur, deux mois après le semis.

Enfin, elles ont atteint 47 centimètres de profondeur deux mois et demi après le semis, soit un allongement de 37 centimètres en trente jours.

Ces quelques notions préliminaires ayant été acquises, nous pouvons passer à l'objet principal de cette étude qui est la recherche du meilleur placement localisé de la fumure phosphatée de la betterave.

Placement du phosphate d'ammoniaque sur une culture en pleine terre

Cette terre de nature silico-argileuse, légère et perméable, mais battante à cause de la finesse de ses éléments, eut à souffrir de la sécheresse jusque vers le 15 juillet. La végétation quelque peu languissante jusque-là, ne reprit pleine vigueur que dans la deuxième quinzaine du mois.

Chaque sujet a reçu une dose de 4 grammes de phosphate d'ammoniaque marqué et de 2 grammes de nitrate de potasse dissous dans 20 centimètres cubes d'eau distillée. Ces 20 centimètres cubes de solution fertilisante ont été mis en place au moyen d'un tube en plastique, placé à la distance choisie et enfoncé dans le sol jusqu'à la profondeur désirée.

Trois distances ont été expérimentées : 4 centimètres, 10 centimètres et 15 centimètres de l'axe de la betterave. A chacune de ces distances, trois profondeurs ont été étudiées : 10, 20 et 30 centimètres, plus une quatrième profondeur 50 centimètres, pour la distance de 4 centimètres. Chaque placement a été répété sur cinq sujets. Dans les tableaux III et IV, nous avons groupé tous les résultats correspondants soit à une distance déterminée, soit à une profondeur déterminée. Ils représentent donc la moyenne de quinze observations.

Les betteraves ont été semées le 25 avril; l'apport fertilisant a été fait le 23 juin, soit deux mois après le semis. Nous savons, tant par nos propres études que par celles de Joret à Amiens, que les prélèvements en matière fertilisante sont insignifiants en quantité durant ces deux premiers mois.

Les mesures d'activité ont été faites par prélèvement et analyse d'une feuille jeune, arrivée à la taille normale adulte et que nous prenons comme représentative de l'état phosphorique du sujet, malgré les variations possibles d'une feuille à l'autre.

TABLEAU III

Influence de la distance
Activité en c/m de 100 mg secs de limbe foliaire

Σ des placements	Juin	Juillet				Aout					Septembre	
	29	5	9	15	27	3	9	16	23	30	19	racine
A 4 cm. .	165	300	575	2 153	2 088	2 604	2 920	2 731	2 960	2 882	2 623	1 268
A 10 cm. .	99	64	265	1 214	1 308	1 646	1 792	1 886	1 824	1 765	1 863	862
A 15 cm. .	—	112	198	1 120	848	1 529	2 184	2 216	2 672	2 371	2 185	915

La plus courte distance est celle qui assure la meilleure alimentation phosphatée du sujet du début à la fin des observations et avec le maximum de rapidité. Il semble que 10 centimètres représentent une distance critique à laquelle, à partir du 9 août, l'alimentation phosphatée soit moins active qu'à 15 centimètres. Au 19 septembre, il y a concordance entre les données résultant de l'examen du feuillage et de celles résultant de l'examen des racines.

D'autre part, la matière sèche des feuilles a atteint la teneur maxima en P^{32} aux environs du 23 août. Il y a ensuite plafonnement ou légère décroissance. Il a donc fallu deux mois pour atteindre ce maximum dans les conditions naturelles et en présence de la concurrence phosphate du sol-phosphate de l'engrais.

TABLEAU IV

Influence de la profondeur
Activité en c/m de 100 mg secs de limbe foliaire

Σ des placements	Juin	Juillet				Aout					Septembre	
	29	5	9	15	27	3	9	16	23	30	19	
											feuille	racine
A 10 cm. .		213	520	1 856	1 508	2 393	2 680	2 643	2 864	2 528	2 320	1 152
A 20 cm. .		181	277	1 574	1 348	1 714	2 088	2 039	2 304	2 108	2 194	931
A 30 cm. .		82	241	1 057	1 388	1 672	2 128	2 151	2 288	2 385	2 157	962
A 50 cm. .		0	0	15	81	141	408	630	630	927	876	465

La plus faible profondeur est également celle qui assure la meilleure alimentation phosphatée du sujet du début à la fin des observations. Cependant, pour les trois premiers placements, la profondeur perd assez vite une partie de son importance. Par contre la profondeur de 50 centimètres reste nettement en retard et toujours inférieure aux trois autres, même courant septembre. Il est donc inutile de chercher à loger dans le sous-sol une partie de la fumure avec l'espoir d'une meilleure utilisation.

Conclusions

En conclusion de cette étude sur le placement de la fumure phosphatée, nous pensons que la meilleure localisation de celle-ci se situe le plus près possible horizontalement de la ligne de semis, et à une profondeur minima telle qu'elle reste en sol humide malgré la dessiccation superficielle du sol sous l'influence des ardeurs de l'été. Cette profondeur est sous la dépendance de la composition physique et de la granulométrie du terrain. La zone de 8 à 12 centimètres nous semble une position moyenne susceptible de convenir à de nombreuses situations dans la moitié nord de la France. C'est là que nous localiserons 95 à 98 p. 100 de la fumure minérale de la betterave. Quant à la fraction restante, nous la mélangerons à la semence, poids pour poids, sous forme de phosphate d'ammoniaque pulvérulent, qui fournira à la jeune plantule dès les premiers instants de son existence et sans aucun danger, le phosphore et l'azote dont elle a besoin, car, si infimes que soient ses besoins, nous leur attachons cependant une importance particulière, estimant que l'individu se ressent toute sa vie de ses premiers jours : le maximum doit être fait pour assurer les conditions optima de ceux-ci. Une puissante installation du jeune sujet est en effet un gage certain de bonne récolte et en tous cas d'exploitation maxima des conditions de végétation qui lui seront faites par la suite.

LES HELMINTHOSPORIOSES DU MAÏS

par **MM. P. Molot et J. Simone**

(*Note présentée par* **M. Dufrénoy**)

La « brûlure » du maïs a été étudiée en France pour la première fois par Ducomet de 1900 à 1903 (1); il en rapporta la cause à l'*Helminthosporium turcicum* qui avait été décrit en Italie en 1876 par Passerini. Ducomet ne le cite ensuite que brièvement dans un opuscule sur les maladies des céréales; ce qui laisse croire à peu d'importance pratique.

C'est seulement vers 1951 que généticiens et pathologistes observent des « brûlures » à la Station du Maïs à Saint-Martin-de-Hinx (Landes) et en 1952 que l'*Helminthosporium turcicum* est reconnu dans les régions maïsicoles en bordure des Pyrénées et dans la zone élevée du Pays Basque (2). Depuis lors, il se manifeste chaque année, au moins dans les zones à humidité favorable, et cause parfois des dégâts importants.

Aux États-Unis cet *Helminthosporium* est préjudiciable dans l'Ohio et l'est du Corn-Belt. Deux autres espèces se manifestent assez fréquemment : ce sont *H. maydis* et *H. carbonum*, la première n'ayant pas encore été rencontrée en France (3).

Mais dans la pratique agricole et dans les conditions actuelles, seul *Helminthosporium turcicum* présente un réel danger. Très peu de lignées offrant une résistance suffisante à ce parasite, les possibilités de lutte par voie génétique sont encore très réduites. C'est pourquoi, à la suite de travaux américains (4), nous avons recherché les possibilités offertes par la lutte chimique.

I. — Introduction

Signalé au début du siècle dans le Sud-Ouest, *Helminthosporium turcicum* est un parasite des feuilles du maïs sur lesquelles il détermine de grandes taches allongées, parallèles aux nervures. Cette maladie amenant une dessiccation du feuillage est connue sous le nom de brûlure,

et aussi de suie en raison des fructifications noires du champignon qui se forment parfois en abondance. A la faveur de certaines années humides, ce parasite peut prendre une extension assez grave et c'est ainsi qu'au cours de ces dernières années, notamment en 1959, les maïsiculteurs des Landes et des Basses-Pyrénées ont eu à se plaindre de ses ravages.

Depuis deux ans, nous avons entrepris à Saint-Martin-de-Hinx (Landes) des essais de lutte chimique en pulvérisation sur le feuillage.

En 1959, nous avons pu vérifier l'efficacité du Manèbe et chiffrer approximativement les pertes de rendement occasionnées par ce parasite mal connu en France. Cette année-là, l'attaque avait commencé tôt en végétation et le feuillage ayant séché avant la maturité normale il y avait eu des dégâts considérables entraînant une perte de 12 à 15 quintaux en grains à l'hectare. Nous avions également pu constater la présence de nombreux grains ridés et mal remplis, phénomène mis en évidence par les poids de mille grains, très inférieurs au poids moyen de 275 grammes :

Iowa 4417	188 grammes
Minhybrid 706	215 grammes
Wisconsin 355	170 grammes
I.N.R.A. 353	200 grammes

Muni de ces premières données de base, nous avons repris en 1960 l'ensemble de ces essais sur une vaste échelle. Notre but principal était de comparer l'efficacité de plusieurs produits fongicides dans la lutte chimique contre *Helminthosporium turcicum*.

II. — Réalisation de l'essai

1° *Mise en place.* — Pour donner à nos recherches le maximum d'intérêt pratique, nous avons réalisé notre essai dans une zone maïsicole régulièrement touchée par la maladie, à Saint-Martin-de-Hinx (Landes). C'est une variété très répandue dans le Sud-Ouest, Iowa 4417, qui a été l'objet des traitements. Nous avons effectué le semis le 13 mai 1960.

L'essai, d'une surface totale de 1 300 mètres carrés, a été mené sur quatre répétitions afin de pouvoir être interprété statistiquement. Chaque parcelle élémentaire était constituée par deux rangs parallèles de maïs mesurant chacun 10 mètres de long, ce qui, avec un écartement de 0,25 m sur la ligne, portait le nombre de pieds à 80. Pour éviter la dispersion par le vent, on avait prévu des « rangs écrans ».

Afin de pouvoir passer facilement avec les appareils, nous avons été amenés à supprimer un rang de maïs autour de chaque parcelle élémentaire.

2° *Produits fongicides utilisés et nombre de traitements.* — Nous avons essayé les huit formulations mentionnées dans le tableau ci-dessous. Ces divers fongicides ont tous été appliqués en pulvérisations avec un appareil à dos à raison de 1 300 litres à l'hectare, d'une bouillie titrant 0,21 p. 100 de matière active.

Produits a base de :	% matière active dans le produit commercial	Dose en produit commercial
Zinèbe (Éthylène-bis-dithiocarbamate de zinc)	65	0,32
Phaltane (N-trichlorométhylthiophtalimide)	50	0,42
Oxinate de cuivre	20	1,05
Cuprèbe (Éthylène-bis-dithiocarbamate de cuivre)	21	1,00
Zirame (Diméthyldithiocarbamate de zinc)	90	0,23
Carbatène (Polyéthylène-bis-thiurame disulfure)	75	0,28
Thirame (Tétraméthylthiurame disulfure)	65	0,32
Sel de zinc de la pyridine-thione	50	0,42
Manèbe (Éthylène-bis-dithiocarbamate de manganèse)	70	0,30

Huit traitements ont été réalisés : le premier le 8 juillet alors qu'on n'observait aucune tache et que le maïs ne montrait pas encore sa panicule. Nous avons poursuivi les pulvérisations jusqu'au 21 septembre, les grains ayant alors franchi le stade pâteux. L'intervalle moyen entre deux traitements était environ de onze jours.

3° *Évolution de la maladie.* — Depuis quelques années, il y a tous les ans beaucoup d'*Helminthosporium turcicum* à Saint-Martin-de-Hinx et en 1959 nous n'avons pas éprouvé la nécessité de réaliser une contamination artificielle. Les infections naturelles suffisaient largement. Par contre, en 1960, l'année, bien que très humide, ne s'est pas avérée aussi favorable au développement de la maladie.

Au début, nous n'avons pas cru nécessaire de réaliser une contamination artificielle : les premières taches sur les feuilles de la base apparurent le 18 juillet, date du deuxième traitement et il y avait tout lieu de penser que la maladie allait s'étendre rapidement. En fait, l'épidémie n'eut pas lieu et le 7 septembre, devant le faible développement du parasite, nous avons été amenés à pulvériser une suspension de spores sur l'ensemble des quatre répétitions. Le matin même, un traitement fongicide avait été réalisé. La contamination a été faite à la tombée du jour afin que les spores puissent profiter de l'humidité nocturne pour germer.

4° *Notations et pesées.* — Les notations sur feuilles ont été réalisées les 3 et 4 octobre 1960 par comptage de toutes les taches. A cette époque, la maturité était assez avancée et les nécroses caractéristiques se distinguaient mal sur le fond jaune des feuilles. Une chute de grêle ayant eu lieu quelques jours auparavant avait déchiqueté le feuillage et sur de nombreux pieds couchés, les feuilles entraient en putréfaction au contact du sol.

Pour chaque parcelle élémentaire, la récolte a été faite globalement sur un rang et individuellement (par pied) sur l'autre. Nous pensions ainsi faire apparaître plus facilement une corrélation intéressante entre les grandes variations individuelles dans le poids de la récolte et le nombre de taches par pieds.

5° *Résultats obtenus.* — a) *Nombre de taches sur feuilles par pied.* — En ce qui concerne la protection du feuillage, nous n'avons noté que les quatre produits suivants :

Produits	Nombre de taches par pied				
	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4	/Moyen.
Manèbe	6,33	4,33	8,00	6,41	6,26
Zinèbe	5,88	6,48	7,48	6,07	6,47
Cuprèbe	12,88	13,80	13,57	7,36	11,90
Phaltane	28,80	42,53	25,23	32,82	32,34
Témoin	27,95	37,96	53,51	41,26	40,17

La plus petite différence significative est de ± 9,45.

Par une approximation rapide nous avons en effet constaté que les autres produits (Oxinate de cuivre, Carbatène, sel de zinc de la pyridinethione, Zirame, Thirame) ne protégeaient pas le feuillage et que leur efficacité était comparable à celle du Phaltane. C'est la raison pour laquelle le tableau ci-dessus se trouve simplifié. Signalons à propos du Zirame sa mauvaise persistance sur le feuillage qui pourrait expliquer en partie son action irrégulière d'une année à l'autre.

Manèbe, Zinèbe et Cuprèbe forment à eux trois un groupe intéressant. Signalons cependant que le Cuprèbe, produit à base de cuivre, a un léger effet dépressif sur la végétation. Les extrémités des feuilles (surtout celles du sommet) jaunissent légèrement.

b) Pesées de récolte et poids de mille grains. A ce sujet, nous n'avons pas observé de différence significative entre les parcelles traitées et le témoin. Il semble que l'attaque ait été trop tardive pour avoir une incidence sensible sur les épis. Cette observation mérite néanmoins d'être signalée.

III. — Conclusions

1° Il existe des produits efficaces dans la lutte contre l'*Helminthosporium* du maïs, notamment dans le Sud-Ouest maïsicole français, le Zinèbe et le Manèbe. Afin de permettre une bonne pénétration du fongicide, il faut faciliter le passage des appareils de traitement en diminuant le nombre de pieds à l'hectare, donc le rendement (prévoir la suppression d'environ 8 000 pieds à l'ha). Même dans le cas d'un poudrage, il faut envisager des bandes de pénétration (environ une vingtaine par ha). Les difficultés d'application limitent l'emploi des fongicides, à moins d'emploi d'appareils enjambeurs ou d'hélicoptères.

2° Il semble inutile d'effectuer de nombreux traitements. La maladie n'apparaît guère avant la floraison femelle et les taches tardives se développant sur le feuillage après le stade pâteux du grain sont sans effet sur le rendement et le poids de mille grains. Dans la pratique, le maïs demanderait donc une protection efficace durant une période assez courte allant de trente à quarante jours après la sortie des stigmates. Ceci limiterait le nombre de traitements, facteur important de la rentabilité dans la lutte chimique.

(*Station de Pathologie végétale du Sud-Ouest, I.N.R.A., Pont-de-la-Maye, Gironde.*)

BIBLIOGRAPHIE

(1) Ducomet (V.). — La brûlure du maïs dans le Sud-Ouest. *Journal d'Agriculture pratique*, n.s., 16 avril 1903, **5**, n° 16, 507-511.
(2) Gaudineau (Mlle M.) et Messiaen (C. M.). — Quelques maladies cryptogamiques sur épis, tiges et feuilles de maïs. *Ann. Epiphylies*, 1954, n° 3, 273-299.
(3) Molot (P.). — Les Helminthosporioses du maïs en France. *Rev. Zool. Agric. et App.*, 1959, n° 10-12, 153-160.
(4) Cox (R. S.). — Control of the *Helminthosporium* blight diseases on sweet corn in South Florida. *Phytopath.*, 1956, **46**, 1-12.

ÉLECTIONS

L'ordre du jour appelle les scrutins pour les élections d'un Membre titulaire, de deux Membres non résidants et de quatre Correspondants nationaux.

Les conditions réglementaires de quorum se trouvant réalisées, le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Membre titulaire

Suffrages exprimés : 38. Majorité absolue : 20.

Section des Cultures :
(Place de M. Barbier, passé sur sa demande à la Section des Sciences physicochimiques.)

M. Georges Grillot obtient	24 voix	(élu)
M. Robert Mayer obtient	12 voix	
Bulletins blancs	2	

Membres non résidants

Suffrages exprimés : 40. Majorité absolue : 21.

(Deux places créées par le Décret organique de 1956.)

Place A :	M. Désiré Leroux obtient	31 voix	(élu)
	M. Cerighelli obtient	7 voix	
	Bulletins blancs	2	
Place B :	M. Didier Bertrand obtient	25 voix	(élu)
	M. Duchauffour obtient	14 voix	
	Bulletin blanc	1	

Correspondants nationaux

Suffrages exprimés : 36. Majorité absolue : 19.

Section des Cultures :
Place de M. Guicherd, décédé :

M. Seguela obtient	35 voix	(élu)
Bulletin blanc	1	

Place de M. de Guillebon, décédé :

M. Giuglaris obtient	35 voix	(élu)
Bulletin blanc	1	

Section de Sylviculture :
Place de M. Courrégelongue, décédé :
M. du Vignau obtient . . . . . 34 voix (élu)
Bulletins blancs 2
Place de M. Arnaudin, décédé :
M. Jacquiot obtient . . . . . 34 voix (élu)
Bulletins blancs 2

M. le Président proclame élus : Membre titulaire M. Grillot, Membres non résidants M. Leroux et M. Bertrand. Leurs élections seront soumises à l'approbation de M. le Premier Ministre.

D'autre part, il proclame élus Correspondants nationaux MM. Seguela, Giuglaris, du Vignau et Jacquiot. Leurs élections seront soumises à l'approbation de M. le Ministre de l'Agriculture.

DÉCLARATIONS DE VACANCES

Est déclarée vacante la place de Membre étranger de M. Van der Veeren, décédé.

Sont déclarées vacantes les places de Correspondants nationaux de :

M. Bernard Poullain, élu membre titulaire
M. Georges Grillot, élu membre titulaire
} (Section des Cultures).

M. Désiré Leroux, élu membre non résidant
M. Didier Bertrand, élu membre non résidant
} (Section des Sciences physicochimiques)

IMPRIMÉ
PAR L'IMPRIMERIE ALENÇONNAISE
PLACE POULET-MALASSIS, ALENÇON
(ORNE) (FRANCE)

Dépôt légal : 2e trimestre 1961
— N° d'ordre : 5.720 —

C. P. P. P. : 23.579

***

Les communications faites à chaque réunion et les observations auxquelles elles donnent lieu sont publiées dans les *Comptes Rendus des séances de l'Académie d'Agriculture* qui paraissent deux fois par mois, sauf en août et en septembre, et forment, chaque année, un volume de 800 à 900 pages.

Organe entièrement désintéressé, ayant toujours refusé d'insérer une publicité de quelque nature qu'elle soit, les *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France* présentent au point de vue scientifique une haute tenue qui les place au rang des publications similaires de l'Académie des Sciences, de l'Académie de Médecine et de l'Académie Vétérinaire. Ce bulletin, qui a toujours trouvé auprès des élites scientifiques françaises et étrangères l'accueil le plus favorable, est indispensable à tous ceux qui désirent se tenir au courant de l'évolution des recherches agronomiques en France ainsi que des techniques nouvelles appliquées en agriculture.

Reconnue d'utilité publique, l'Académie est habilitée à recevoir des dons et des legs avec ou sans affectation spéciale; les libéralités ainsi faites ont permis la fondation de nombreux Prix destinés à récompenser des recherches ou des essais portant sur toutes les branches de l'Agriculture Française.

***

Les prix et conditions d'abonnement pour l'année 1961 sont les suivant :

	France et Communauté Française	*Étranger Maroc, Tunisie, Indochine, Guinée*
Abonnement annuel	18 NF	22 NF
Numéro	1,50 »	2 »

Les abonnements partent du 1er janvier de chaque année et peuvent être souscrits au siège de l'Académie d'Agriculture de France : 18, rue de Bellechasse, Paris (7e), avec paiement par chèque sur Paris, ou de préférence par virement ou envoi postal : C.C.P. 3829-19 Paris.

Les collections des années précédentes sont en vente, sauf épuisement, au prix de 2.800 fr. ou 28 NF la collection reliée et de 2.300 NF ou 23 NF en fascicules séparés.

Les collections antérieures à 1950 : reliées 3.000 fr. ou 30 NF, en fascicules séparés 2.500 fr. ou 25 NF, port en sus.

L'Académie peut également fournir des *reliures mobiles*, qualité marocain, couleur nègre, portant en lettres dorées l'inscription : Académie d'Agriculture de France. Comptes Rendus des Séances, 20 tringles; non millésimées : 550 fr. ou 5,50 NF, millésimées : 650 fr. ou 6,50 NF, port en sus.

N° 4

SÉANCE DU 15 FÉVRIER 1961

Présidence de M. de VILMORIN

Aspects et Étapes de la Recherche agronomique en France (*suite*)

XXI. **M. Bustarret.** — L'Institut national de la Recherche agronomique (1945-1961) 153

Observations : **MM. Lefèvre, Dufrenoy, Lemoigne, Petitlaurent, Bustarret, le Président** 158

M. Der Khatchadourian. — Présentation d'ouvrages : Les noms des plantes. Les noms des arbres. Les noms des fleurs par MM. Guyot et Gibassier 160

M. Pussard. — Quelques caractères anatomiques et physiologiques des dégâts de la Cécidomyie des lavandes. (*Note présentée par* **M. Vayssière**) . . . 161

M. Feodoroff. — Influence des propriétés structurales sur la pénétration de l'eau dans le sol. (*Note présentée par* **M. Hénin**) 164

Observations : **MM. Baratte, Aubert, Leroux, Hénin** 167

MM. Juste, Delmas et Lasserre. — Comparaison de la rémanence de sels de fer et de séquestrats en sols chlorosants non ou très peu calcaires. (*Note présentée par* **M. Barbier**) 168

M. Gailledreau. — Effets du drainage sur le niveau de contamination des sols irrigués avec de l'eau polluée par du Strontium 90. (*Note présentée par* **M. Barbier**) 171

Mme Guérillot, Mlle Mansuy, MM. Guérillot et Bazier. — Influence des engrais minéraux et du fumier sur quelques constituants du Blé et de la Carotte. (*Note présentée par* **M. Der Khatchadourian**) 175

***

COMITÉ SECRET

Présentation de titres de candidats à 1 place de membre titulaire, 2 places de membres non résidants et 4 places de correspondants nationaux 181

SÉANCE DU 22 FÉVRIER 1961

Présidence de M. de VILMORIN

Aspects et Étapes de la Recherche agronomique en France (*suite*)

XXII. **M. le Pr Paris.** — L'École de Pharmacie, centre de recherches (1848-1914) 182

Observation : **M. André** 183

XXIII. **M. Bressou.** — Pasteur et la recherche vétérinaire (1848-1914) 184

XXIV. **M. Blais.** — Les Écoles supérieures d'agriculture, centres de recherches (1848-1914) 186

XXV. **M. Rossin.** — La recherche agronomique Outre-Mer 191

M. Blais. — Présentation de deux publications relatives à la construction des bâtiments ruraux 194

M. Dufrenoy. — Présentation d'ouvrage : Le Progrès scientifique, les Universités et le Gouvernement fédéral (États-Unis) 195

— Présentation d'ouvrage : Contribution à l'étude de la désinfection des Châtaignes par trempage dans l'eau par M. Gudin 196

M. Lecat. — Dynamique de la nutrition phosphatée de la Betterave sucrière : étude du placement des engrais au moyen du phosphate d'ammoniaque marqué. (*Note présentée par* **M. Chouard**) 197

MM. Molot et Simone. — Les Helminthosporioses du Maïs. (*Note présentée par* **M. Dufrenoy**) 201

***

Élections : 1 membre titulaire, 2 membres non résidants, 4 correspondants nationaux 205

Déclaration de vacances 206

Le Gérant : BERNARD GRISARD.

Imprimé par l'Imprimerie Alençonnaise, Place Poulet-Malassis, Alençon (Orne)
C. P. P. P. 23.579 N° 4 — 4-61 — 5.720